Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 28 (SEITE 473—488) · 14. JULI 1939 · 27. JAHRGANG

INHALT:

Zur Systematik der Wirbeltiere. Von WALTER GROSS. (Mit 3 Figuren) 473

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Über die ausgedehnten Schauer der kosmischen Strahlung in der Luft. Von H. EULER und H. WERGELAND. (Mit 1 Figur) 484

Zur Leistungsfähigkeit des Elektronen-Schattenmikroskopes und über ein Röntgenstrahlen-Schattenmikroskop. Von MANFRED VON ARDENNE. (Mit 2 Figuren) 485

Über den Primärvorgang bei der Erythemerzeugung durch ultraviolette Strahlung. Von H. HAMPERL, U. HENSCHKE und R. SCHULZE. (Mit 2 Figuren) 486

Zur Isolierung der Glutaminsäure aus Tumorproteinen. Von F. KÖGL und H. ERXLEBEN 486

Isolierung des leichten Chlorisotops mit dem Atomgewicht 34,979 im Trennrohr. Von K. CLUSIUS und G. DICKEL 487

BESPRECHUNGEN:

MITTASCH, ALWIN, Katalyse und Determinismus. Ein Beitrag zur Philosophie der Chemie. (Ref.: W. Burkamp) 487

Manual of Pteridology. Edited by Fr. Verdoorn, Foreword by F. O. Bower. (Ref.: Karl Mägdefrau) 488

MICHEEL, FRITZ, Chemie der Zucker und Polysaccharide. (Ref.: Percy Brigl) 488

Theoretische Biologie

Von

Professor Dr. **J. Baron von Uexküll**

Zweite, gänzlich neu bearbeitete Auflage. Mit 7 Abbildungen. X, 253 Seiten. 1928. RM 13.50

Aus den Besprechungen:

This is a really great book, well worthy of close study not only by biologists but also by all scientific men. For is not biology the science of life, and the first and most fundamental question raised by that science is "What is life"? The author endeavours to look this question, and the other farreaching questions which arise out of it, fairly in the face, and it is then seen that not only is biological science in the narrower sense involved, but also all other science of every description . . . Uexküll finds his deepest insight into the nature of life in the conception of Planmässigkeit, which we may perhaps translate as 'purposeful striving', and so it turns out that he has independently come to the very same conclusion as our comparative psychologist, William McDougall. Driesch's "entelechy" is only another way of saying the same thing. Uexküll has earned the right to his opinion by a long series of brilliant researches in comparative physiology. It behoves all who desire to get a thorough insight into fundamental problems to study his book.

„Nature"

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Naturwiss.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen wöchentlich und können im In- und Auslande durch jede Sortimentsbuchhandlung oder jede Postanstalt bezogen werden. Preis vierteljährlich RM 9.60. Hierzu treten bei direkter Zustellung unter Kreuzband die Versandspesen bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Einzelpreis dieses Heftes RM 1.— zuzüglich Porto. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Studierende, ferner Ärzte in nicht vollbezahlter Stellung erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%.

Manuskripte, Bücher usw. an

Die Naturwissenschaften, Berlin W 9, Linkstr. 22/24, erbeten.

Nachdruck: Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung (entsprechend § 42 des Verlagsgesetzes) der in dieser Zeitschrift zum Abdruck gelangenden Beiträge sowie ihre Verwendung für fremdsprachliche Ausgaben vor.

Anzeigen werden von der Verlagsbuchhandlung angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe erfragen. Letzter Annahme-Termin: 12 Tage vor Erscheinen der betreffenden Nummer.

Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22/24
Fernsprecher: 21 81 11.

BEZUGSQUELLEN

METEOROLOGISCHE INSTRUMENTE

Wilh. Lambrecht, Göttingen

MIKROSKOPISCHE HILFSMITTEL

Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Polarisations-Optik

MINERALIEN UND GESTEINE

Mineralien-Niederlage der Staatl. Sächs. Bergakademie Freiberg/Sa.

PHOTOZELLEN

Dr. B. Lange, Berlin-Dahlem, Garystr. 45/47

PHYSIKALISCHE APPARATE

Berliner physikalische Werkstätten G. m. b. H., Berlin W 35, Woyrschstr. 8. Telegrammadr. Physik

SPEKTRALAPPARATE

Bernhard Halle Nachf., Berlin-Steglitz, Hubertusstraße 11: Spektral-Optik für d. sichtb. u. U-V-Gebiet

J. D. Möller G. m. b. H., Wedel/Holstein

Biologie der Fortpflanzung im Tierreiche

Von

Prof. Dr. med. et phil. **Ulrich Gerhardt**

Halle-Wittenberg

Mit 47 Abbildungen. VIII, 149 Seiten. 1934

Gebunden RM 4.80

(*„Verständliche Wissenschaft", Band 22*)

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Das fossile Lebewesen

Eine Einführung in die Versteinerungskunde

Von Professor Dr. **Edgar Dacqué**

Konservator an der paläontologischen Staatssammlung in München

(Band IV der „Verständlichen Wissenschaft")

Mit 93 Abbildungen. VII, 184 Seiten. 1928. Gebunden RM 4.32

Wir bestaunen in unseren Museen wohl die ausgegrabenen Knochengerüste der Riesentiere aus der Vorzeit, wundern uns auch über die unendliche Mannigfaltigkeit und Buntheit des untergegangenen Lebens und machen uns vielleicht eine mehr oder weniger richtige Vorstellung von den vielen Jahrtausenden, die seitdem verstrichen sind. Es fehlt uns jedoch die Kenntnis dessen, was von unseren Vorstellungen wohlbegründet ist und zutreffend sein kann — und was nur Phantasie. Ein tieferes Verständnis des ganzen Gebietes vermittelt uns nun im vorliegenden Buche der bekannte Forscher Dacqué.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 14. Juli 1939 | Heft 28

Zur Systematik der Wirbeltiere[1].

Von WALTER GROSS, Berlin.

I.

Nachdem LINNÉ 1735 sein System der Tiere aufgestellt hatte, dauerte es bald 100 Jahre, ehe auf dem Gebiet der Wirbeltiersystematik weiter gearbeitet wurde. Jahrzehnte öder Spezieszoologie beherrschten die Forschung. Die Zeit der idealistischen Morphologie rückte das Problem der Systematik der Tiere und speziell das der Wirbeltiere wieder in den Vordergrund. Entscheidend waren die vergleichend-anatomischen Forschungen der großen französischen Zoologen, die mit ihren Arbeiten der Zoologie der ersten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts das Gepräge gaben. LAMARCK gab den Namen Wirbeltier, CUVIER erhob ihn zum Typusbegriff. An die Stelle der Lehre von der aufsteigenden Reihe der Tiere trat die von den unabhängigen 4 Haupttypen. CUVIERS System der Wirbeltiere umfaßte die 4 Klassen: Fische, Reptilien, Vögel und Säugetiere. An Stelle der kurzen klassifikatorischen Diagnosen LINNÉS wurden nun morphologische Definitionen gegeben, die möglichst alle Organsysteme berücksichtigten. BLAINVILLE stellte die 5. Klasse des Wirbeltierreiches auf, die Amphibien, die er aus der Klasse der Reptilien herauslöste, diese damit auf ihren heutigen Umfang beschränkend.

Morphologische Untersuchungen wurden auch weiterhin ausgeführt, es braucht nur an die Arbeiten von JOHANNES MÜLLER erinnert zu werden; sie brachten aber keine Änderungen innerhalb der großen Kategorien des Wirbeltiersystems. Unter dem Einfluß der sich siegreich ausbreitenden Deszendenzlehre trat das Problem des Systems der Tiere wieder in den Vordergrund. Die morphologische Ähnlichkeit der Formen innerhalb der von den idealistischen Morphologen aufgestellten Typen wurde phylogenetisch erklärt, das System sollte nicht mehr die Ordnung der unabhängigen Typen sein, sondern das Abbild der Stammesentwicklung. Auf der Basis der Deszendenzlehre schritten HAECKEL und seine Schüler zur Stammbaumforschung, die vielfach irrtümlich als Stammesgeschichte betrachtet wurde.

Das System der Wirbeltiere erfuhr nun eine weitere Fortbildung. HAECKEL stellte 2 neue Klassen auf, für Gruppen, die bisher in der Klasse der Fische ihren Platz hatten. Die Acrania (*Amphioxus*) bildeten die 1. Klasse der Wirbeltiere, die Cyclostomata die 2.; weiter schlossen sich die 5 alten Klassen an.

Die intensiven vergleichend-anatomischen Arbeiten der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts führten zu einem gewissen Abschluß dieser systematisch-stammbaumkundlichen Forschungen. Die Entdeckungen einer Chorda dorsalis, eines Kiemendarmes und eines dorsalen Zentralnervensystems bei einigen anderen Tiergruppen überbaute den Kreis der Wirbeltiere mit dem Kreis der Chordatiere. Man suchte die Frage nach der Herkunft der Wirbeltiere, nach ihren Vorfahren unter den „Würmern" und anderen „Wirbellosen" zu beantworten. Wir wollen diese Probleme beiseite lassen und uns auf das System der Wirbeltiere beschränken.

Vergleichend-morphologische Forschungen wurden besonders zur Klärung stammbaumkundlicher Fragen getrieben; bald hatte jede zoologische Arbeit als Haupt- oder Nebenproblem solche Fragen. Die auf diese Probleme hin ausgerichteten Arbeiten über Wirbeltiere fanden einen gewissen Abschluß in HAECKELS „Systematische Phylogenie der Wirbeltiere" (1895). Dieser Abschluß fiel schon mitten in eine Zeit, in der sich in der Zoologie, besonders aber in der deutschen, eine grundlegende Wendung vollzog. Man war der stammbaumkundlichen, oft reichlich spekulativen Forschungen überdrüssig, man wollte nicht mehr eine geschichtslose Stammesgeschichte treiben, man wollte wissen, was das „Leben" sei; man fragte nach den „Lebensgesetzen"; man untersuchte experimentell die Grundvorgänge des „Lebensprozesses". Es ist die Zeit der Wende von der systematisch-phylogenetischen Morphologie zur Physiologie und allgemeinen Biologie. Bei der älteren Generation der deutschen Zoologen findet man nicht selten noch heute die Stimmung der Abwehr gegen jegliche phylogenetische Fragestellung; der jüngeren Generation sind das Gespenster der Vergangenheit.

HAECKELS System (1895) ist in vieler Beziehung lehrreich. Läßt man der Übersichtlichkeit wegen die Unterklassen und ferner die Definitionen fort, so hat man bei ihm folgende 2 Einteilungsversuche:

I. (§ 14b. HAECKEL).

Bildungsstufen der paar. Gliedmaßen	Klassen	Stufen der Herzbildung
I Adactylia = Agnathona-Monorhina	1 Acrania	*I Leptocardia* (Rohrherzen)
	2 Cyclostomata	*II Ichthyocardia*
II Polydactylia = Quadrupinna	3 Pisces	
	4 Dipneusta	*III Amphicardia* (Lurchherzen)
	5 Amphibia	
	6 Reptilia	
III Pentadactylia = Quadrupeda	7 Dracones { Dinosauria / Pterosauria	*IV Thermocardia* (Warmherzen)
	8 Aves	
	9 Mammalia	

[1] Eingegangen: 14. Januar 1939.

An Stelle von 7 Klassen werden hier 9 gegeben. Die Sonderstellung der Dipnoer hat HAECKEL richtig erkannt. Alle Zoologen aber vereinigen die Dipnoer mit den Pisces, keiner ist HAECKEL in der Beurteilung der Dipnoer gefolgt. Die 7. Klasse „Dracones" ist weder von den Zoologen noch von den Paläontologen übernommen worden. Doch ist es interessant, daß HAECKEL — im Gegensatz zu vielen Systematikern unter den Zoologen — einen scharfen Blick dafür gehabt hat, daß die Reptilien sehr uneinheitlich sind. Besonders zu denken sollte es denjenigen Zoologen geben, die auch heute noch alle fossilen Reptilien als Abwandlung des „Eidechsen-Typus" auffassen wollen, ihn als Typus der Reptilien überhaupt betrachten.

In dieser HAECKELschen Einteilung finden wir das Bestreben, die Klassen wiederum zu *höheren Einheiten* zusammenzufassen. HAECKEL richtet sein Augenmerk auf die Entwicklung der paarigen Gliedmaßen und des Herzens. Die Grenzen der auf dieser Basis aufgestellten Gruppen sind in der Tabelle rechts und links von der Reihe der Klassen verschieden. Da diese Gruppen jeweils nur auf einem Merkmal errichtet sind, ist ihr systematischer Wert gering, besonders gilt das in bezug auf die Herzbildung. Diese Gruppen erscheinen uns heute zum Teil recht gekünstelt, sie grenzen die natürlichen Einheiten schlecht ab.

Sein gleich anschließend wiedergegebenes System der Wirbeltiere (§ 16) stellt auf Grund anderer, besonders auch embryologischer Merkmale, 3 Hauptgruppen auf.

II. (§ 16 bei HAECKEL).

A. Erste Hauptgruppe: Monorhina od. Agnathona:
1. Klasse: Acrania;
2. Klasse: Cyclostomata.

B. Zweite Hauptgruppe: Anamnia od. Ichthyopsida:
3. Klasse: Pisces;
4. Klasse: Dipneusta;
5. Klasse: Amphibia.

C. Dritte Hauptgruppe: Amniota:

Sauropsida (= Monocondylia):
6. Klasse: Reptilia;
7. Klasse: Dracones;
8. Klasse: Aves;

9. Klasse: Mammalia (= Dicondylia).

Mit diesem System hat HAECKEL alle Möglichkeiten zur Zusammenfassung von Wirbeltierklassen in höhere Kategorien ausgeschöpft. Auch diese Hauptgruppen erscheinen uns meistens wenig natürlich: sie trennen Zusammengehörendes und vereinigen Nicht-Zusammengehörendes. Abgesehen von der Ablehnung seiner 4. und 7. Klasse haben die Zoologen seine Hauptgruppen sehr verschieden begrenzt. Gerade das Bestreben, die Klassen nicht nur in einer Reihe anzuordnen, sondern sie in größeren Einheiten zusammenzufassen, stößt auf große Schwierigkeiten; die Prinzipien sind ungeklärt.

Sehen wir uns daraufhin einige der führenden deutschen Lehrbücher an. In R. HERTWIGS „Lehrbuch der Zoologie" (15. Aufl. 1931), werden die embryologischen Merkmale zur Aufstellung von 2 Unterstämmen herangezogen. Folgende 4 Klassen: 1. die Acrania, 2. die Cyclostomata, 3. die Pisces und 4. die Amphibia werden als Anamnia zusammengefaßt; die 3 letzten Klassen: 5. Reptilia, 6. Aves und 7. Mammalia bilden den Unterstamm der Amnioten. Der Begriff Anamnia wird mit einem viel größeren Umfang versehen als bei HAECKEL. Das Ergebnis ist unbefriedigend. Zwischen Acraniern und Amphibien liegen viel wesentlichere Unterschiede als zwischen Amphibien und Reptilien. Der Unterstamm Anamnia in dieser weiten Fassung vereinigt so heterogene Formen, daß er systematisch unbrauchbar wird; er bietet weder morphologische noch phylogenetische Einsichten.

Ganz anders ist das System im „Lehrbuch der Zoologie" von CLAUS, GROBBEN, KÜHN (1932).

Kladus: Vertebrata (Craniota):
1. Klasse: Cyclostomata;
2. Klasse: Pisces;
3. Klasse: Amphibia;
4. Klasse: Reptilia;
5. Klasse: Aves;
6. Klasse: Mammalia.

Die Vertebrata umfassen nicht mehr die Acrania, die zu einem selbständigen Kladus erhoben werden. Die verbleibenden 6 Klassen werden nicht weiter zusammengefaßt.

Andere Bücher bringen andere Zusammenfassungen; an den 7 bzw. 6 Klassen wird aber allgemein festgehalten. Das Gruppieren und Zusammenfassen der Klassen erscheint fast als müßige Spielerei, bar jeder wichtigeren systematischen Erkenntnis. Die populären Begriffe Fisch und Vierfüßler, Kaltblüter und Warmblüter finden sich in HAECKELS System angedeutet. Die Klassen der Acrania und Cyclostomata sind bei den Nicht-Zoologen meist unbekannt; sie gelten als Untergruppen der Fische; allgemein kennt man nur 5 Wirbeltierklassen.

Dem Zoologen der Gegenwart liegen diese Probleme sehr fern. Es hat wenig Sinn, sich über die Gruppierungen der Klassen zu streiten; man kennt die Tiere; Streitigkeiten um scheinbar formale Dinge erwecken kein Interesse. In dem 7-Klassen-System ist eine klare Übersicht der Wirbeltiere gegeben. Die Grenzen der Klassen sind scharf, Brücken finden sich nicht unter den rezenten Tieren. Anschaulich vergleicht TSCHULOK (1922) die Kategorien des Systems der rezenten Tiere mit Staaten, Ländern, Provinzen und Gemeinden, die rings umgrenzt und voneinander geschieden sind durch Wasserläufe verschiedener Breite. ABEL (1919) bringt ein anderes anschauliches und klärendes Bild: das System der rezenten Tiere wird als *horizontaler Querschnitt durch den Stammbaum* bezeichnet: kein Querschnitt eines Astes oder Zweiges berührt einen anderen, mehr oder weniger große Abstände müssen alle trennen.

Die Zoologie hat hier ein Forschungsgebiet erschöpft, das im Lauf der Zeiten unter verschiedenen Leitideen vorwärts gebracht wurde; die Forschung hat vorläufig einen Abschluß erreicht. Entdeckungen neuer rezenter Wirbeltiere, die dieses System ändern könnten, sind nicht zu erwarten[1]. Wenn das System eine klare Anschauung von dem Reich der lebenden Wirbeltiere gibt, so erfüllt es seinen Zweck. Die einzelnen Klassen sind wohlbegrenzte Einheiten, ihre Formen sind einheitlich nach Gestaltung und Lebensweise. Über die stammbaumkundlichen Zusammenhänge kann man sich Gedanken machen, als zeitgemäß werden nur wenige Zoologen diese Betätigung empfinden. Die Zeiten HAECKELS und der Allmacht des biogenetischen Grundgesetzes sind schon vor 4 Jahrzehnten dahingegangen. Fast verständnislos steht man HAECKELS Phylogenie der Wirbeltiere gegenüber, nur für den Historiker der Zoologie ist sie eine interessante Fundgrube.

Der Versuch der HAECKELschen Ära, nur auf Grund der rezenten Tiere und der embryologischen Beobachtungen eine *„Stammesgeschichte"* zu schreiben, ist aus inneren Gründen mißglückt; mehr als eine spekulative *Stammbaumkunde* konnte auf diesem Wege nicht erreicht werden.

Solange die Zoologie es vermeidet, die fossilen Wirbeltiere nach meist recht willkürlicher Wahl in das System der rezenten Wirbeltiere zu pressen, ist ihr System brauchbar und klar, besonders dann, wenn die Acranier den Cranioten gegenübergestellt und die Cranioten wieder in die 2 Gruppen der Cyclostomen und Gnathostomen (= Pisces bis Mammalia) gegliedert werden. Eine solche Einteilung darf als abgeschlossen betrachtet werden; mehr kann aus dem rezenten Material nicht herausgeholt werden.

II.

Zu neuem Leben erwacht ist das Problem des Systems der Wirbeltiere in der Paläozoologie. Durch Jahrzehnte hindurch bemühten sich die Paläontologen, die fossilen Wirbeltiere in das zoologische System der rezenten Tiere einzuordnen. Immer mehr verloren dadurch die Definitionen der großen systematischen Kategorien an Schärfe. Die Anzahl der Ordnungen wuchs; man suchte die Ordnungen in Unterklassen zusammenzufassen, aber die Anzahl der vorhandenen Unterklassen genügte nicht. Das zoologische System der Wirbeltiere wurde allmählich gesprengt. Den 16 Ordnungen der rezenten Säugetiere stehen 15 ausgestorbene gegenüber; die mesozoischen Säugetiere bilden eigene Unterklassen, von denen die letzten Vertreter bereits im Alttertiär ausstarben.

So gering unser Wissen über die fossilen Vögel ist — verglichen mit dem von den fossilen Säugern oder Reptilien — so sind doch sehr fremdartige Formen bekannt geworden, die in gesonderten Unterklassen den tertiären und rezenten Vögeln gegenübergestellt werden.

4 Ordnungen der Reptilien leben noch heute; die Anzahl der ausgestorbenen Reptilordnungen beträgt an 12. Wer die Reptilien wirklich morphologisch kennen lernen will, darf nicht mehr die fossilen Reptilien übersehen. Der „Typus" des Reptils stellt sich uns auf dieser breiten Basis anders dar, als wenn wir uns auf die wenigen Restordnungen der geologischen Gegenwart beschränken. Allerdings ist es noch nicht befriedigend gelungen, die große Anzahl der Ordnungen phylogenetisch begründet und übersichtlich in höhere Kategorien — etwa in Unterklassen — zusammenzufassen.

Die Klasse der Amphibien gewinnt ein ganz anderes Aussehen, wenn wir die Stegocephalen, die Panzerlurche des Paläozoikums und der Trias, mit berücksichtigen: eine neue Unterklasse mit mehreren Ordnungen bzw. Unterordnungen erweist sich als Stammgruppe der Amphibien; die Amphibien der Gegenwart sind sehr abgewandelte Seitenäste des Hauptstammes.

Am längsten hat man im System der Fische mit den alten Kategorien der Zoologen auszukommen versucht. Das System auf Grund äußerlicher Merkmale der Schuppen erwies sich als besonders zählebig. Einen ganz erstaunlichen Sammelinhalt gewann so z. B. die Ordnung der Ganoiden: Ostracodermen, Placodermen, Crossopterygier und echte Ganoiden bildeten eine durch und durch unnatürliche Sammeleinheit.

Der Ausbau des paläozoologischen Systems der Wirbeltiere erfolgte von oben nach unten, die niedersten Klassen hat man am spätesten in Angriff genommen. Hier ist daher gegenwärtig der Umbau und der Ausbau am stärksten. Das prägt sich nicht nur darin aus, daß die neuaufgestellten Systeme der Agnathen und Fische einander in rascher Folge ablösen, sondern auch darin, daß von hier aus sogar das altgewohnte System der 6 Wirbeltierklassen durch Hinzufügung weiterer, neuer Klassen aufgehoben wird. Wir wollen uns aus diesem Grunde gerade mit dem System der niederen Wirbeltiere besonders befassen.

Oft kann man den Vorwurf hören, daß diese neuen Systeme der Fische voreilig aufgestellt seien. Gewiß — sie haben oft nur eine kurze Lebensdauer — aber der Forscher, der durch seine Beobachtungen zur Aufstellung eines neuen Systems gedrängt wird, glaubt erst recht einen Fehler zu begehen, wenn er die neuerforschten Gruppen noch innerhalb der alten Kategorien unterzubringen versucht. Das Problematische und das phylogenetisch Bedeutungsvolle der verschiedenen Fischgruppen entgeht der Aufmerksamkeit der nicht unmittelbar an der Forschung Beteiligten, wenn es unter dem Deckmantel der altbekannten Ordnungen verschwindet.

Die heutigen Forscher sind nicht voreiliger als die früheren; sie stehen aber durch die besonders von schwedischer (E. STENSIÖ, Stockholm) und

[1] *Anmerkung bei der Korrektur:* Vgl. aber die im März 1939 bekanntgewordene Entdeckung eines rezenten Crossopterygiers (Naturwiss. 14, 226/227 (1939).

englischer Seite (D. M. S. WATSON, London) hineingetragenen neuen Methoden und Zielsetzungen dauernd vor neuen Entdeckungen. Formen, die seit bald 100 Jahren bekannt sind, von denen man Hunderte von Arten beschrieben hat, geben erst jetzt das Geheimnis ihrer Stellung im Reiche der Wirbeltiere preis. Die Methode der „neuen" Paläontologie heißt hier einfach: vertiefte *vergleichende Anatomie*. Die ausschließliche Berücksichtigung des meist allein erhalten gebliebenen Außenskelettes des Schädels und des Rumpfes hat zu keiner klaren Erkenntnis geführt. Eine Anzahl von Unterklassen der Fische stand ohne jeden Zusammenhang nebeneinander. Wohl konnte man Übersichten geben (z. B. SCHLOSSER in ZITTELS Grundzügen, Bd. 2, 1923, 4. Aufl.; ABEL 1919), aber von einer morphologisch und phylogenetisch begründeten Anordnung konnte nicht die Rede sein.

Nach dem Kriege sagte man sich von den bisher betriebenen, oft nur oberflächlichen Untersuchungen los. Auf Grund zoologischer und vergleichend-anatomischer Schulung wurden gerade diejenigen seltenen Funde untersucht, die das Endocranium und andere Teile des Innenskelettes aufwiesen. Man bemühte sich, das gesamte Skelett des Kopfes dieser verschiedenen Fischgruppen zu erforschen, fragte nach der Entwicklung des Gehirnes und der Gehirnnerven, des Blutgefäßsystems, des Visceralskelettes und des Sinnesliniensystems. Die Erschließung der verschwundenen Weichteile ist von größter Wichtigkeit geworden. Man strebt prinzipiell danach, den Bau aller Teile des Skelettes, des Nervensystems und Blutgefäßsystems zu erschließen, deren Existenz man nach dem allgemeinen Bauplan der Wirbeltiere erwarten muß.

Damit gleitet diese Forscherarbeit ganz aus der Hand des geologisch arbeitenden Paläontologen, dessen Kenntnisse und dessen Einstellung die Bewältigung dieser Arbeit nicht mehr leisten können. An seine Stelle muß aus der inneren Entwicklung der Forschung heraus der Paläozoologe treten, der nur in ständiger Zusammenarbeit mit der Zoologie und vergleichenden Anatomie seine Aufgaben meistern kann. Es wiederholt sich immer der gleiche Vorgang in der modernen Erforschung der niederen Wirbeltiere: die Entdeckung und vergleichend-anatomische Untersuchung einer Art — oft nur eines einzigen Exemplars derselben —, die das gesamte Skelett des Kopfes oder wenigstens seiner wichtigsten Teile fossil erhalten aufweist, bringt mit einem Schlage Licht in einen bisher ganz problematischen Stamm der Agnathen oder Fische. Damit sind wir in der Lage, auch solche Formen systematisch zu bewerten, von denen im allgemeinen nur isolierte Schuppen, Zähne oder Stacheln bekannt sind.

1924 klärt KIAER, Oslo, die Natur der Anaspiden auf. 1925 entdeckt STENSIÖ das Endocranium der Macropetalichthyiden; sie und die übrigen Placodermen werden von ihm als Vertreter der Elasmobranchier erkannt. WATSON und STENSIÖ erforschen die alten Crossopterygier und die alten Actinopterygier. 1927 beweist STENSIÖ nach äußerst intensiver Untersuchung der Kopfanatomie der Cephalaspiden, daß die Ostracodermen Vertreter der Cyclostomen, also keine Angehörigen der Fische sind. 1931 kommen die Antiarchi an die Reihe (GROSS, STENSIÖ), 1928—1934 die Arthrodira (HEINTZ, STENSIÖ, GROSS). Es folgen die Pteraspida 1933—1935 (KIAER u. HEINTZ, GROSS, BRYANT, BROTZEN, WHITE), die Phyllolepiden (STENSIÖ 1934 bis 1936), wiederum die Petalichthyiden (GROSS 1937), die Selachier (MOY-THOMAS 1934—1938, STENSIÖ 1937, GROSS 1937/38), die Holocephalen (MOY-THOMAS 1935, 1936), die Acanthodier (WATSON 1937), die Ptyctodontida (WATSON 1935, 1938), die Rhenanida (BROILI 1930, 1933), die Ganoiden (STENSIÖ, ALDINGER, WHITE, MOY-THOMAS, PIVETEAU). Besonders wichtig ist aber die Erforschung der Crossopterygier geworden (BRYANT, WATSON, STENSIÖ, SÄVE-SÖDERBERGH, ROMER, WESTOLL, JARWIK), da sie berufen ist zur Lösung der Frage nach der Herkunft der Tetrapoden. Fast kam es einem nicht einmal unerwartet vor, als die dänische Grönlandexpedition von LAUGE KOCH 1931 tatsächlich Stegocephalen im Oberdevon entdeckte, ältere Formen, als man sie bisher kannte. Ihre Erforschung ist das besondere Verdienst von SÄVE-SÖDERBERGH.

Diese kurze und keineswegs vollständige Aufzählung soll nur einen Eindruck geben von der Arbeit, die in den 2 Jahrzehnten nach dem Weltkrieg auf diesem Gebiet geleistet worden ist. Die Entwicklung ist so stürmisch, daß eine Arbeit immer der anderen vorauseilt, eine zusammenfassende Sichtung oft schon am Tage ihres Erscheinens überholt ist. Der anfangs nur kleine Kreis von Forschern hat sich allmählich erweitert, nur Amerika ist leider noch im Rückstand, obwohl hier bereits seit Jahrzehnten ein riesiges Material bereit steht. Immer mehr wagen die Forscher zu größeren Versuchen auf dem Gebiet der Systematik auszuholen. Die anfangs meist einheitliche, unter skandinavischer Führung stehende Auffassung teilt sich in den letzten Jahren: eine angelsächsische Opposition ist entstanden.

Die Paläozoologie der niederen Wirbeltiere steht hier im stürmischen *Zeitalter der großen Entdeckungen*, in einer Zeit, die für die Systematik der rezenten Wirbeltiere längst vorüber ist. Die Paläozoologie ist aber nicht nur bestrebt, Ordnung und Übersicht zu geben, ihre Forschung ist nicht nur stammbaumkundlich im Sinne der HAECKELschen Zeit, die wesentlich nur genealogische Linien suchte, sie will stammesgeschichtlich orientiert sein. Die erforschte Stammesgeschichte soll im System ihren Ausdruck finden. Dadurch erhebt sich die Systematik der Wirbeltier-Paläozoologie über die der Zoologie, da letzterer ja wirkliche Stammesgeschichte gar nicht zugänglich ist. Wohl kann der Zoologe mit dem System der rezenten Wirbeltiere auskommen, aber dieses System umfaßt nur ein Bruchstück der Wirbeltierwelt, es verschweigt die Phylogenie.

Wir können bei dieser Sachlage nicht „das" gegenwärtige System der niederen Wirbeltiere wiedergeben, wir müssen gleich eine Anzahl Systeme bringen, in denen sich dann auch die Ent-

wicklung der phylogenetischen Beurteilung der einzelnen Stämme und Gruppen spiegelt. Es hat kaum einen Sinn, auf die Systeme der niederen Wirbeltiere, die vor dem Kriege aufgestellt worden sind, näher einzugehen. Als Ausgangspunkt mögen 2 Systeme dienen, die in den bekanntesten deutschen Lehrbüchern der Wirbeltier-Paläontologie kurz nach dem Kriege erschienen: O. ABEL (1919), „Die Stämme der Wirbeltiere" und M. SCHLOSSER (1923), „Pisces" in ZITTELS „Grundzüge der Paläontologie", Bd. 2 (4. Aufl.).

O. ABEL, 1919:

1. Klasse: Cyclostomata.
2. Klasse: Pisces.
   1. U.-Klasse: Anaspida.
   2. U.-Klasse: Osteostraci.
   3. U.-Klasse: Antiarchi.
   4. U.-Klasse: Arthrodira.
   5. U.-Klasse: Elasmobranchii.
   6. U.-Klasse: Acanthodei.
   7. U.-Klasse: Teleostomi.

M. SCHLOSSER, 1923.

1. Klasse: Cyclostomi.
2. Klasse: Pisces.
   1. U.-Klasse: Placodermi
   2. U.-Klasse: Arthrodira.
   3. U.-Klasse: Elasmobranchii.
   4. U.-Klasse: Holocephali.
   5. U.-Klasse: Dipnoi.
   6. U.-Klasse: Teleostomi.

Eine nähere Analyse dieser beiden Systeme würde zu weit führen. Wir stellen fest, daß in beiden Systemen die Cyclostomi als fossil bedeutungslos dargestellt sind; bei O. ABEL sind sogar sämtliche fossilen Gruppen der niederen Wirbeltiere bei den Fischen untergebracht. Beide Systeme kennen mehr Unterklassen als das zoologische System der rezenten niederen Wirbeltiere. Aber die Grenzen der Unterklassen sind im einzelnen sehr verschieden gezogen. ABEL erhebt die Anaspida zu einer selbständigen Unterklasse; die Cephalaspiden dagegen vereinigt er mit den Pteraspiden in der Unterklasse der Osteostraci. Placodermi erscheinen in seinem System nicht, da die Antiarchi und Arthrodira als scharf getrennte, nur äußerlich konvergente Unterklassen aufgefaßt werden. Mit sicherem Blick wird den Acanthodii eine weitgehende Selbständigkeit eingeräumt. Im Rahmen der „Teleostomi" werden die Crossopterygier als gleichwertige Ordnung den Dipnoern und Actinopterygiern gegenübergestellt. Mit großem Nachdruck betont ABEL, daß eine scharfe Grenze die Elasmobranchier von den Teleostomen trennt, die Elasmobranchier sind keineswegs als Vorfahrenstadium der Teleostomen — etwa durch Vermittlung der Chondrosteer — zu betrachten. ABEL arbeitete klar heraus, wie problematisch die Beurteilung der meisten paläozoischen Unterklassen sei; durch die Aufstellung zahlreicher Unterklassen soll die Aufmerksamkeit auf diese Probleme gelenkt werden. In einem System mit nur wenigen oder gar keinen Unterklassen würden diese eigentümlichen Wirbeltiere verborgen bleiben; dadurch hat sich ABEL ein besonderes Verdienst um die Beurteilung dieser Formen erworben.

Das SCHLOSSERsche System kann nur den Anspruch auf eine Übersicht erheben, es ist in manchen Zügen unklarer als das ABELsche System. In der Unterklasse der Placodermi werden sehr heterogene Stämme zusammengefaßt: die Agnathen und die Antiarchi. Den Holocephalen wird der gleiche Rang beigemessen wie den Elasmobranchii. Dipnoer und „Teleostomen" werden scharf getrennt, aber die Crossopterygier verschwinden noch innerhalb der Teleostomen als eine Ordnung neben anderen, und ihre Bedeutung für die Phylogenie der Tetrapoden wird kaum angedeutet.

Nehmen wir ein neues Lehrbuch zur Hand, etwa das hervorragende Werk „Vertebrate Paleontology" von A. S. ROMER (Chikago 1933), so finden wir bereits wieder ein ganz anderes System.

A. S. ROMER, 1933.

1. Superklasse: Pisces.
   1. Klasse: Agnatha.
   2. Klasse: Placodermi.
   3. Klasse: Chondrichthyes.
   4. Klasse: Osteichthyes.
2. Superklasse: Tetrapoda.

Die Agnatha (= Cyclostomi des zool. Systems) werden den „Pisces" untergeordnet. Die Pisces in diesem erweiterten Sinne sind analog zu den Tetrapoden in *4 Klassen* aufgeteilt; im zoologischen System entsprechen ihnen nur 2 Klassen: die Cyclostomi und die Pisces. In ROMERS System haben schon viele der neuen Entdeckungen aus der Nachkriegszeit ihren Niederschlag gefunden. Anschließend an STENSIÖ werden die Cephalaspiden, Anaspiden und Pteraspiden zu den Cyclostomen gestellt unter der gemeinsamen Bezeichnung Agnatha. Antiarchi und Arthrodira werden nach STENSIÖS Vorbild wieder als Placodermi vereinigt, aber entgegen STENSIÖ als gesonderte *Klasse* aufgefaßt. Die Selbständigkeit des Stammes der Chondrichthyes (= Elasmobranchii) wird gebührend betont. Noch hält ROMER an dem Stamm der Osteichthyes (= Teleostomen anderer Autoren) fest, aber er hebt hervor, daß Crossopterygier und Dipnoer untereinander wesentlich näher verwandt sind als mit den Actinopterygiern. Das hier angeführte System ROMERS gibt nicht so deutlich wie der Text seines Buches den großen Fortschritt gegenüber den älteren Autoren wieder.

1933 versuchte GROSS das System der niederen Wirbeltiere teils im Anschluß an STENSIÖ, teils eigener Auffassung nach so zu fassen, daß, ähnlich wie bei ABEL, die Eigenart der verschiedenen Stämme und das noch Problematische an ihrer systematischen Beurteilung möglichst scharf zum Ausdruck kam. Demgemäß wurden verhältnismäßig viel Unterklassen unterschieden.

W. GROSS, 1933.

1. Klasse: Agnathi.
   1. U.-Klasse: Heterostraci.
   2. U.-Klasse: Myxinoidei.
   3. U.-Klasse: Osteostraci.
   4. U.-Klasse: Petromyzontes.

2. Klasse: Pisces.
   1. Division: Elasmobranchii.
      I
      1. U.-Klasse: Antiarchi.
      2. U.-Klasse: Arthrodira.
      3. U.-Klasse: Petalichthyida.
      4. U.-Klasse: Rhenanida.
      II
      1. U.-Klasse: Acanthodii.
      2. U.-Klasse: Selachii.
      3. U.-Klasse: Holocephali.
   2. Division: Teleostomi.
      1. U.-Klasse: Crossopterygii.
      2. U.-Klasse: Dipnoi.
      3. U.-Klasse: Actinopterygii.

Der Gruppe I der Elasmobranchii entsprechen die Placodermen. Sie umfassen mehrere Unterklassen, bei denen der Bauplan des Außenskelettes jeweils verschieden ist, nicht weniger verschieden etwa als die der Actinopterygier und der Crossopterygier. Die Acanthodii stellte GROSS in die Gruppe II der Elasmobranchii, die den Chondrichthyes ROMERS entspricht. Die Agnathi wurden ebenfalls in eine Anzahl Unterklassen zerlegt. Es blieb dahingestellt, ob die Heterostraci + Myxinoidea einen Stamm und die Osteostraci + Petromyzontes den anderen Stamm der Agnathi darstellen (Auffassung STENSIÖS), oder ob hier von vornherein getrennte Unterklassen vorliegen. Die Crossopterygier und Dipnoer wurden mit den Actinopterygiern in einer Division vereinigt, da ihre phylogenetischen Wurzeln einander anscheinend näher liegen als der der Elasmobranchii. Es wurde außerdem betont, daß die beiden ersten Unterklassen (Crossopterygii und Dipnoi) nah verwandt sind.

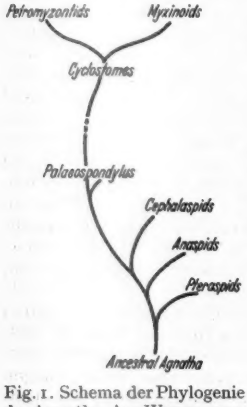

Fig. 1. Schema der Phylogenie der Agnatha. Aus WHITE 1935.

In seinem graphischen Schema (Fig. 1) tritt das System noch klarer hervor.

Einen neuen Teilversuch unternimmt 1935 E. I. WHITE, London. Seine Auffassung von dem phylogenetischen System der Agnathen steht im großen Gegensatz zu der STENSIÖS.

E. I. WHITE, 1935.

Gruppe: Agnatha.

Klasse und Ordnung:
1. Heterostraci.
2. Anaspida.
3. Osteostraci.
4. Cyclostoma.

Die Aufspaltung des einen der Äste der Agnatha, nämlich der Cyclostoma mit den beiden „Unterordnungen" der Petromyzontida und der Myxinoidea, soll erst spät erfolgt sein.

STENSIÖ faßt das System der Agnatha dagegen folgendermaßen:

E. STENSIÖ, 1927 (vgl. Fig. 2).

Stamm: I Agnathi.
Klasse: Ostracodermi.
U.-Klasse A: Pteraspidomorphi.
Ord. 1: Heterostraci.
Ord. 2: Paläospondyloidea.
Ord. 3: Myxinoidea.
U.-Klasse B: Cephalaspidomorphi.
Ord. 1: Osteostraci.
Ord. 2: Anaspida.
Ord. 3: Petromyzontia.
Stamm: II Gnathostomi.

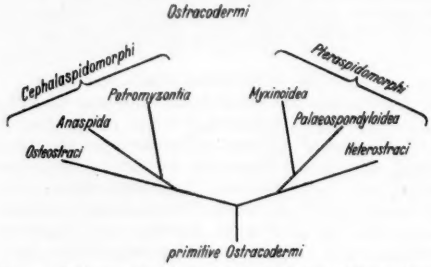

Fig. 2. Schema der Verwandtschaft der Ostracodermi. Aus STENSIÖ 1927.

Gegenüber den Systemen ABELS und SCHLOSSERS liegt bei den neuen Systemen ein großer Fortschritt vor: man hat erkannt, daß eine Anzahl, meist gepanzerter „Fisch"-Gruppen zu den *Agnathen*[1] gehört. Weiterhin ist eine weitgehende Übereinstimmung in der Gliederung der Gruppen in Unterklassen bzw. Ordnungen erreicht. Ein Gegensatz hat sich nun in der Frage der Beurteilung der rezenten Cyclostomen entwickelt. Nach STENSIÖ sind sie Überbleibsel der Pteraspidomorphi und Cephalaspidomorphi, gehören also von vornherein zwei getrennten Stämmen der Ostracodermi an; WHITE sieht in ihnen einen gemeinsamen Stamm, der sich erst in junger Zeit in die zwei rezenten Ordnungen der Petromyzontia und Myxinoidea spaltete. Eine Entscheidung wird in Zukunft eher durch Entdeckung neuer Tatsachen erreicht werden als durch fortgesetzte Diskussion der allgemein bekannten Tatsachen.

Ähnlich ist die Situation in bezug auf die Placodermen und Elasmobranchier. Nach STENSIÖ (1925, 1931, 1934) sind die Placodermen ebenso Vertreter der Elasmobranchier wie die Selachier oder Holocephalen. STENSIÖ stellt für diese Gruppe folgendes System auf.

[1] Vgl. die klare Darstellung dieser Wirbeltiere durch A. HEINTZ, Naturwiss. 4, 49–58 (1938).

E. STENSIÖ, 1936.
Gnathostomata.
Stamm I: Elasmobranchii.
Unterstamm: 1. Acanthodi.
Unterstamm: 2. Placodermi.
Gruppe A: Antiarchi.
Gruppe B: Arthrodira.
Stegoselachii.
Rhenanida.
Unterstamm: 3. Holocephali.
Unterstamm: 4. Selachii.

Die zahlreichen Unterstämme und Gruppen entsprechen den zahlreichen Unterklassen im System von GROSS. Im einzelnen aber weicht die Gliederung STENSIÖS in den Rangstufen der Kategorien, in der anderen Gruppierung der vier Unterstämme und im Fehlen der Zweiteilung (I und II) von GROSS ab.

Das System STENSIÖS wird von WATSON (1937) nicht anerkannt, so daß auch hier eine angelsächsische Opposition gegen das schwedische System aufgetaucht ist. WATSON untersuchte eingehend die bisher ganz ungenügend bekannten Acanthodii, die sich als *altertümlichster* Stamm der Fische bzw. Gnathostomen herausstellen. WATSON entfernt die Acanthodii vollständig aus dem Stamm der Elasmobranchii im STENSIÖschen Sinne. Aber er entfernt aus dem Stamm der Elasmobranchier auch die Placodermen und vereinigt sie mit den Acanthodii in einer neuaufgestellten Klasse, *Aphetohyoidea*, gnathostomen Wirbeltieren, bei denen sich zwischen Kieferbogen und Hyoidbogen eine funktionierende Kiemenspalte öffnet. Demnach sieht WATSONS System wie folgt aus.

D. M. S. WATSON, 1937.
Stamm: Agnatha.
Ord.: Heterostraci.
Ord.: Anaspida.
Ord.: Osteostraci.
Ord.: Cyclostomata.
Stamm: Gnathostomata.
Gradus und Klasse: Aphetohyoidea.
Ord.: Acanthodii.
Ord.: Arthrodira.
Ord.: Antiarchi.
Ord.: Petalichthyida.
Ord.: Rhenanida.
Gradus: Pisces.
Klasse: Chondrichthyes.
Klasse: Osteichthyes.

Die Placodermi erscheinen als Einheit, ihre einzelnen Abteilungen bilden Ordnungen der neuen Klasse der Aphetohyoidea, die scharf geschieden wird von der Klasse der Fische. Die Placodermi als selbständige Klasse finden sich — allerdings mit verschiedenem Umfang — schon bei HEINTZ (1932), ROMER (1933) und als gesonderte Abteilung I der Elasmobranchier bei GROSS (1933). Das WATSONsche System unterscheidet sich von dem STENSIÖS nicht so sehr in den Unterklassen bzw. Unterstämmen, sondern durch die neuen Klassen, in denen die Unterklassen vereinigt werden.

Die Situation ist hier ähnlich wie bei der Frage nach der Stellung der rezenten Cyclostomen innerhalb der Agnatha. STENSIÖS Argumente für die Elasmobranchiernatur der Placodermen hält WATSON für nicht stichhaltig. Man muß WATSON in der Beurteilung der Acanthodier beistimmen, aber die Vereinigung der Placodermen mit den Acanthodiern ist wohl kaum sicherer als die mit den Elasmobranchiern; wir kennen anscheinend noch zu wenig Tatsachen über den Bau des Visceralskelettes der Placodermen.

Auf Grund der Arbeiten von STENSIÖ (1925) und von BROILI (1933) hat man den Petalichthyiden ganz besondere phylogenetische Bedeutung beigemessen. STENSIÖ (1936) sah in ihnen den Beweis für die Elasmobranchier-Natur der Placodermen. ROMER (1937) hingegen glaubt in ihnen sogar eine Annäherung an die gemeinsame Stammform aller Fischstämme zu sehen, aber keine echten Placodermen, während WATSON (1937) sie als Beweis dafür braucht, daß die Placodermen keine Elasmobranchier, sondern Aphetohyoidea sind.

Diese Beweisführungen verlieren zum Teil ihren Boden durch die Feststellung von GROSS (1937), daß die Petalichthyida Vertreter der Arthrodira, also echte Placodermen sind. Der von BROILI (1933) als Petalichthyide beschriebene interessante Fisch aus dem rheinischen Unterdevon muß dagegen anders gedeutet werden, er gehört nicht zu den Petalichthyiden, vielleicht aber einer anderen Placodermengruppe an.

Neue Funde, bzw. die Neuuntersuchung bereits bekannter Stücke müssen nun noch mehr Tatsachenmaterial über die Morphologie dieser fraglichen Fischstämme bringen, wenn man aus dem Streit der Auffassungen und Überzeugungen herauskommen will. Zur Erforschung steht die Frage nach der Bedeutung der Placodermen: 1. Sind sie Aphetohyoidea? 2. Sind sie Elasmobranchier in einem weiteren Sinne? 3. Sind sie Vertreter einer selbständigen Klasse oder eines selbständigen Stammes? Sicher wissen wir, daß sie Gnathostomi sind, aber keine Beziehungen zu den „Teleostomen" haben.

Handelte es sich bei den oben skizzierten Systemen um Fragen der Systematik der Agnathen und Fische, so stößt das System von SÄVE-SÖDERBERGH (1934, 1935) auch auf die übrigen Klassen der Wirbeltiere vor. Dieses System, das in bezug auf die Fische zum größten Teil das System STENSIÖS ist, bringt eine radikale Revolution in die Systematik der Wirbeltiere. Es ist der hochinteressante Versuch, mit dem alten Wirbeltiersystem der Zoologen, das wir im I. Teil schilderten, zu brechen und etwas ganz Neues an seine Stelle zu setzen. Die Zoologen haben auf dieses System noch kaum reagiert, da die Systematik der Wirbeltiere schon seit Jahrzehnten auf einem toten Gleis der Forschung steht. Unter den Paläontologen hat sich bereits Widerspruch erhoben, aber ebenfalls auch Anerkennung. Das System von SÄVE-SÖDERBERGH verdient jedenfalls sowohl in rein sachlich-phylogenetischer Beziehung als auch in

prinzipiell-logischer Beziehung Beachtung. Man muß dem Autor zu seinem großzügigen Versuch, die erstarrte Systematik der Wirbeltiere aufzurütteln, gratulieren. Das folgend wiedergegebene System muß nach zweierlei Seiten hin untersucht werden.

SÄVE-SÖDERBERGH, 1934.

Vertebrata craniata.

Stamm: Agnathi (Cyclostomi).
Stamm: Gnathostomata.
I. Elasmobranchii.
1. Acanthodii.
2. Placodermi.
3. Holocephali.
4. Selachii.
II. Choanata.
A. 1. Dipnoi.
2. Urodela.
B. 1. Crossopterygii.
2. Eutetrapoda.
a) Batrachomorpha.
Ichthyostegalia.
Labyrinthodontia.
Phyllospondyli
? Anura.
b) Reptiliomorpha.
Anthracosauria.
„Reptilia" (mit Ausnahmen?)
Aves.
Mammalia.
III. Actinopterygii.

Deutlicher als in der Tabelle tritt der Charakter des Systems in dem graphischen Schema hervor (Fig. 3). An Stelle der gewohnten Gnathostomenklassen treten die 3 Hauptstämme: die Elasmobranchii, die Choanata und die Actinopterygii. Die Klasse der Fische ist verschwunden. Die neue Gruppe der Choanata umfaßt einen Teil der „Fische" der bisherigen Systeme, aber sie umfaßt auch sämtliche Tetrapoden. Die frühere Klasse der Amphibien erscheint als polyphyletisches dreiwurzeliges Gebilde: die Urodelen gehen aus den Dipnoern hervor; die Stegocephalen und mit ihnen die Anuren entstammen den Crossopterygiern; die bislang zu den Stegocephalen gestellten Anthracosauria sollen eine Ordnung der Reptiliomorpha sein. Die alten Klassen der Warmblütler, die Vögel und die Säugetiere, erscheinen als *Ordnungen* der Reptilia. Die Reptilordnungen sollen im System den *gleichen Rang* einnehmen wie diese „alten" Klassen. SÄVE-SÖDERBERGH hat in sein Schema die Grenzen der „alten Klassen" eingetragen. Die früheren Fische fallen als gewaltig große Gruppe auf. Die nächste, schon beträchtlich geringere Gruppe sind die Amphibien. Viel weniger bedeutend sind die Reptilien, und als kleine unbedeutende Knospen am gesamten Stammbaum erscheinen die Vögel und die Säugetiere. Sieht man von den Grenzen der „alten Klassen" ab, so treten uns 3 Stämme entgegen, von denen der mittlere, der die Choanata umfaßt, der bedeutendste ist.

Es soll hier das System der Fische, soweit es sich auf die Elasmobranchier und Actinopterygier bezieht, nicht besprochen werden. Auch soll der Frage nach der Herleitung der Urodelen aus den Dipnoern, für die in letzter Zeit besonders der Zoologe N. HOLMGREN (1933) und der Zoologe W. HERRE (1935) eingetreten sind, nicht nähergetreten werden, ebensowenig wie der Frage nach der systematischen Beurteilung der Anthracosauria. Wichtig ist der Stamm der Choanata, der die von so vielen Paläontologen beibehaltene Gruppe der Teleostomi (oder Osteichthyes) sprengt. Dipnoer und Crossopterygier[1] sind untereinander und mit den Stegocephalen näher verwandt als mit den Actinopterygiern. Das beweist der Bauplan ihres Schädels, der Kieferbogen, der Nasengaumengang (daher Choanata), der Bau der paarigen Extremitäten (noch nicht genügend bekannt) usw. Der Stamm der Choanata im Sinne seines Autors ist vorläufig nur von wenigen Paläontologen übernommen worden, aber die Zusammenfassung der Crossopterygier und Dipnoer hat sogar bei Gegnern dieses Systems Anklang gefunden: ROMER (1937) prägte den Namen Choanata in Choanichthyes um und beschränkte seine Bedeutung damit auf die „Fische" innerhalb des Stammes der Choanata.

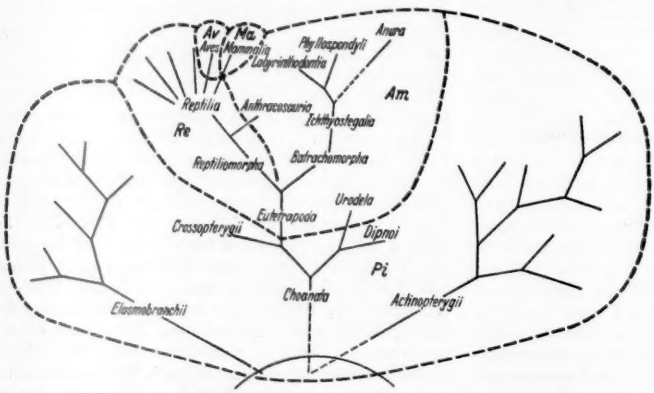

Fig. 3. Schema der vermutlichen Phylogenie der Gnathostomen und der Grenzen der fünf alten „Klassen" (gebrochene dicke Linien). *Pi* = Pisces, *Am* = Amphibien, *Re* = Reptilien, *Av* = Aves, *Ma* = Mammalia. Aus SÄVE-SÖDERBERGH 1934.

[1] Die sog. rezenten Crossopterygier (*Polypterus* u. *Calamoichthys*) sind keine Crossopterygier, sondern Ganoiden aus der Verwandtschaft der Paläonisciden (E. S. GOODRICH 1907).

Das System SÄVE-SÖDERBERGHS ist, abgesehen von der Eigenart seiner phylogenetischen Auffassung, auch nach der prinzipiellen Seite anders als das alte System der Wirbeltiere. Entscheidend für SÄVE-SÖDERBERGH ist die genetische Auffassung. Im System soll daher in erster Linie das „Stammbaumkundliche" zum Ausdruck gelangen. Der Nachweis genetischer Zusammenhänge ist entscheidend dafür, was gesondert und was vereinigt wird. Wenn es sich z. B. als sicher erweisen würde, daß die Urodelen aus den Dipnoeren hervorgegangen sind, so wird niemand mehr die Klasse der Amphibien im heutigen Umfang aufrechterhalten dürfen. SÄVE-SÖDERBERGH will im System den Stammbaum zum Ausdruck bringen, will nicht nur eine Gruppierung nach „Typen" geben.

Ein zweites entscheidendes Prinzip seines Systems ist die Bewertung des *„Ordnungsgrades"* einer Abzweigung im Stammbaum. Im Schema (Fig. 3) ist es ein Grad, der in der Höhenlage einerseits und in den verschiedenen Längen der Spaltäste andererseits zum graphischen Ausdruck kommt. Sachlich wird damit aber das Zeitmoment in das System hineingetragen, denn der tiefer liegende Spaltpunkt bedeutet doch wohl gegenüber dem höheren die ältere Zeit, der kurze Spaltast gegenüber dem langen die kürzere Lebensdauer. Ganz konsequent ist das allerdings nicht durchgeführt worden; so reicht der Ast der Dipnoi z. B. nicht bis an die Peripherie des Schemas (= Gegenwart). Diese „Ordnungsgrade" überträgt SÄVE-SÖDERBERGH eigenartigerweise auf die Bewertung der Kategorien des Systems. Tiefe Lage des Spaltpunktes und große Länge der Spaltäste, also Abspaltung in weit zurückliegender Vergangenheit und lange Lebensdauer des Tierstammes, erfordern eine besonders hohe Kategorie im System. Die Aufspaltung der ältesten Choanata in Crossopterygier und Dipnoer z. B. liegt viel tiefer als die Abspaltung der Säugetiere von bestimmten Reptilvorfahren. Also billigt SÄVE-SÖDERBERGH den so form- und artenarmen Crossopterygiern und Dipnoern den Rang einer Klasse zu, während die Säugetiere nur Äste 4. oder 5. Grades darstellen und daher kaum den Rang einer Ordnung beanspruchen dürfen. Die Urodelen, Crossopterygier und Dipnoer erhalten den gleichen Rang wie die Gesamtheit der Eutetrapoda! Die Ordnungen der Stegocephalen (z. B. Ichthyostegalia, Labyrinthodontia) haben den gleichen Rang wie die alten Klassen der Vögel und Säugetiere! Wenn schon in vorwissenschaftlicher Zeit die Wirbeltiere trotz vieler Fehler in große Gruppen zerlegt wurden, die den Klassen des alten Systems entsprechen, so muß das doch eine Ursache haben. Das gilt es nun zu untersuchen.

Ein graphisches Schema biologischer oder sonstiger naturwissenschaftlicher Sachverhalte, soll, wie J. v. UEXKÜLL (1920, S. 60) treffend bemerkt hat, die graphische Darstellung unserer *Aufmerksamkeit* sein. Wenn wir nun die Phylogenie der Tiere untersuchen, so nimmt unsere Aufmerksamkeit nicht nur den Zeitpunkt bzw. die Höhenlage einer Abspaltung oder die Länge eines Spaltastes (= Länge der Lebensdauer) wahr, sondern auch etwas ganz anderes, nämlich den *morphologischen Erfolg* einer Abspaltung (= morphologische Änderung) und das anschließende geschichtliche Sonderleben des Spaltastes.

Wir wissen ja besonders als Paläontologen genügend, daß einzelne Tierstämme seit ältesten Zeiten bis zur Gegenwart sich wenig oder auch gar nicht geändert haben, während andere in derselben Zeit oder gar in noch kürzerer Zeit die größten Umwandlungen erfuhren. Die Differenzierungen des Ammonitengehäuses in der Zeit vom Devon bis zur Oberkreide sind ungleich viel geringer als die Umwandlung des Skelettes der Wirbeltiere in der gleichen Zeit. Die Differenzierung der Dipnoer vom Devon bis heute ist unvergleichlich geringer als die der Tetrapoden in der gleichen Zeit. Die Wandlungen der Säugetiere im Mesozoikum sind trotz der längeren Zeitdauer geringer als die im Neozoikum. Die Zahl der Beispiele ließe sich beliebig vermehren. Wir fragen uns daher, ist es richtiger, im System das Vor- und Nacheinander der Spaltpunkte bzw. der Verzweigung in erster Linie zum Ausdruck zu bringen oder den Grad der morphologischen Wandlung, unabhängig von der Zeitdauer, die sie beansprucht hat? Man hat bisher — bewußt oder unbewußt — dem Grad der Umwandlung eine höhere Bedeutung beigemessen. Und das mit Recht. Die Herausbildung einer Tierklasse (oder einer anderen Kategorie) ist nicht abhängig von einer bestimmten konstanten Entwicklungsgeschwindigkeit, die für alle Tierstämme zu allen Zeiten Geltung hätte. Innerhalb der einen Tiergruppe genügen Hunderte von Millionen Jahren nicht zur Herausbildung von Unterschieden, die über Gattungs- oder Familiengrenzen hinausführen, in einer anderen treten so rasche und plötzliche Umwandlungen auf, daß sie in kurzer Frist eine neue „Klasse" ergeben. Die Tiergruppen, die wir in bestimmten hohen Kategorien zusammenfassen, brauchen keineswegs gleich alt zu sein.

Wenn wir bisher in der Lage waren, die Säugetiere in eine Anzahl von Ordnungen zu zerlegen, die wieder eine Anzahl von Familien und Gattungen enthalten, so muß uns das zu denken geben, sobald wir die Gesamtheit der Säugetiere nur als „Ordnung" der Reptiliomorpha auffassen sollen. Obwohl die Säugetiere sicher aus einer bestimmten Reptilordnung hervorgegangen sind, so haben sie gegenüber den Reptilien so tiefgehende Unterschiede erlangt, daß sie mit den Reptilien weniger nah verwandt sind als die Reptilordnungen untereinander. Stammesgeschichtlich prägt sich das so aus, daß die Säugetiere nach einer längeren Zeit der Differenzierung fast plötzlich ihre Blütezeit erreichen und eine große Fülle von Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten hervorbringen. Dasselbe gilt für die Vögel. Die von diesen Tieren erreichten Differenzierungsgrade sind so bedeutsam

gegenüber ihren Stammgruppen, daß sie sich in kurzer Zeit von ihnen viel weiter entfernen, als die restlichen Ordnungen der Stammgruppe, obwohl diesen eine viel längere Zeit zur Verfügung stand. *Grundlegend wichtig für die systematische Auffassung und die Einteilung in Kategorien ist nicht der „Grad" der Verzweigung (1. 2. . . Grad) sondern der „Grad" der morphologischen Wandlung und Gestaltung.*

Es dürfte schwer sein, den Grad der morphologischen Änderung im graphischen Schema zu veranschaulichen. Man könnte den Winkelgrad, in dem man einen Zweig sich abspalten läßt, dazu benutzen (spitzer Winkel = geringe Änderung; stumpferer Winkel = größere Änderung), aber wir kämen bald in Schwierigkeiten mit der graphischen Darstellung des Zeitablaufs, der sich in der Vertikallinie äußert. Es könnte nämlich eine morphologisch äußerst starke, fortschrittliche Differenzierung infolge des stumpfen Abspaltungswinkels zeitlich „rückschreitend" aussehen. Die graphische Darstellung eines so ungemein komplizierten Vorganges wie die Phylogenie der Tiere wird immer auf große Schwierigkeiten stoßen, besonders wenn man bei diesen Versuchen an eine Ebene (die Ebene der Buchseite) gebunden ist. Gerade deswegen müssen wir uns hüten, Fehlermöglichkeiten der graphischen Darstellung in die Prinzipien der Systematik hineinzubringen.

Die Aufstellung einer Klasse von Wirbeltieren soll zeigen, daß die Tiere dieser Klasse einheitlich gebaut sind und daß sie durch große morphologische Unterschiede von den Nachbarklassen getrennt sind. Diese Trennung ist aber stammesgeschichtlich nicht so zu verstehen, daß niemals eine Verbindung zwischen den älteren und den jüngeren Klassen bestanden hat. Eine Verbindungslinie hat existiert, aber sie tritt gegenüber der breiten Fülle der Ausgangsklasse (etwa Reptilien) und der der neuen Klasse (etwa Säugetiere) so in den Hintergrund, daß wir berechtigt sind, sie im System zu durchschneiden. Auch zeitlich gesehen kann diese Verbindungslinie manchmal eine kurze Episode sein im Vergleich zur langen Lebenszeit der Gesamtklasse. Im graphischen Schema wird dieser Sachverhalt von alters her durch dünne Linien dargestellt, die später zu breiten Flächen anschwellen (vgl. die graphischen Schemata in ROMER 1933). Man könnte auch die Flächen durch Linienbündel ersetzen, doch ändert sich damit nichts Wesentliches. Hätte SÄVE-SÖDERBERGH in seinem Schema auch den Vögeln und Säugetieren ein reiches Verzweigungsbündel zugebilligt, so wäre sein Schema sicher wirklichkeitsgetreuer als in seiner jetzigen Gestalt.

Eine besonders interessante Frage der Phylogenie der Wirbeltiere ist die nach der Abstammung der Tetrapoden von den „Fischen". Noch sind uns unmittelbare Übergangsformen nicht bekannt. Wohl besteht in der Morphologie des Kopfes zwischen den Crossopterygiern und den Stegocephalen erstaunlich weitgehende Übereinstimmung, aber die Wege der Herausbildung des Tetrapoden-Beckengürtels, der Hinter- und Vorderbeine, der Wirbel sind noch nicht genügend geklärt. Weil aber sowohl Crossopterygier als auch Tetrapoden Choanen besitzen, vereinigt sie SÄVE-SÖDERBERGH zum Stamm der Choanata. Es tritt nun wieder eine Frage der Rangordnung auf. Ist die Entwicklung von Choanen systematisch wichtiger als die Herausbildung der pentadaktylen paarigen Extremitäten und ihrer Gürtel? Kurz und gut, wo soll man gegebenenfalls die Grenze zwischen „Fischen" und Tetrapoden ziehen? In die Zeit der Herausbildung der Choanen, in die Zeit der Umwandlung der paarigen Extremitäten, in die Zeit der Herausbildung anderer Schädelmerkmale oder der Wirbelsäule? Erfolgten diese Differenzierungen gleichzeitig oder hintereinander? SÄVE-SÖDERBERGH verzichtet auf eine Grenze zwischen diesen Tieren. Die Unterschiede im Bau der Crossopterygier und der Tetrapoden sind für ihn geringer als die zwischen Crossopterygiern und Actinopterygiern. Wären uns aber die Wirbeltiere einer vordevonischen Zeit gut bekannt, so würden wir wahrscheinlich die Vereinigung des Stammes der Crossopterygier mit dem der Actinopterygier finden; wir hätten dann statt einer Dreistämmigkeit Zweistämmigkeit der Gnathostomen (Elasmobranchier und „Teleostomen"). Weiterhin müßten wir uns dann fragen, warum der Unterschied zwischen Choanaten und Actinopterygiern stärker betont werden soll als der zwischen Crossopterygiern und Tetrapoden. Entscheidend wäre dann für SÄVE-SÖDERBERGH der Zeitpunkt, der an sich doch nichts über die morphologische Wandlung aussagt.

Die „Stammeslinien" sind stets kontinuierlich, sie verbinden in ununterbrochener Folge von Generationen Fische mit Tetrapoden, Amphibien mit Reptilien, Reptilien mit Vögeln, Reptilien mit Säugetieren. Aber das Geschehen, das diesen Stammeslinien unserer Schemata entsprach, war zu jeder Zeit verschieden. Große morphologische Änderungen waren einmal ihr Geschehen, konservative Konstanz das andere Mal; eine Zeitlang wurden sie durch einige wenige Gattungen und Arten repräsentiert, während einer anderen Zeit aber von einer Riesenfülle von Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten. In der Feststellung dieser Tatsachen geht eben eine „Stammesgeschichte" über eine „Stammbaumkunde" hinaus, und dieses historische Geschehen muß im System, besonders aber in der graphischen Darstellung des Systems Ausdruck finden. Nur eine Anordnung der Tiere, die dieses berücksichtigt, gibt ein richtiges Bild von der Wirklichkeit der Tierwelt. Es hat seine innere logische und sachliche Berechtigung, wenn wir die dünnen Verbindungslinien zwischen den großen Kategorien (z. B. Klassen) trennen, um die *Reiche* der Fische, der Amphibien, der Reptilien, Vögel und Säugetiere klar hervortreten zu lassen. Die von uns entdeckten Verbindungslinien sollen maßgebend sein für die Anordnung der Klassen oder Ordnungen innerhalb der höheren Kategorien, sie sollen aber nicht die Erfolge des stammesgeschichtlichen Ge-

schehens verbergen, indem sie alle Grenzen aufheben.

Diese Kritik am System SÄVE-SÖDERBERGHS hat nicht zu bedeuten, daß das zoologische 5-Klassen-System der Gnathostomen endgültig und unantastbar sei. Ich bin überzeugt, daß wir die alte Klasse der Fische, deren Einheitlichkeit vielfach durch das Wasserleben vorgetäuscht wird, in mehrere Klassen auflösen müssen. Fast alle Erforscher paläozoischer Fische tun es. Aber die Übernahme des SÄVE-SÖDERBERGHschen Systems erscheint mir aus den oben angeführten Gründen prinzipiell unratsam. Das System ist zu unhistorisch, seine Prinzipien sind zu eng gewählt und zum Teil falsch bewertet. An Stelle der „Rangordnung" der Verzweigung wollen wir den Grad der morphologischen Wandlung setzen, der ja häufig auch von einem ökologischen Erfolg (Eroberung neuer Lebensgebiete und großer Reichtum an Formen und Arten) begleitet wird.

Auf die Schwierigkeit der graphischen Darstellung des Systems und der Stammesgeschichte wies ich oben hin. Ein anderes Beispiel möge das noch verdeutlichen. Meistens finden wir den sog. Stammbaum der Tiere tatsächlich in der Art eines „Baumstammes" dargestellt. Aus einem zentralen, dicken Stamm oder einer zentralen stämmigen Wurzel sprießen nach allen Seiten immer dünner werdende Äste und Zweige (vgl. z. B. v. HUENE 1936). Die „Dicke" des Hauptstammes soll doch sicherlich eine Bedeutung haben? Sie muß bei dem Nichtfachmann unbedingt den Eindruck hervorrufen, daß der „Hauptstamm" eine gewaltige Formen- und Artenfülle aufweist. In Wirklichkeit ist es aber ganz anders. Eine oft durch wenige Gattungen und Arten vertretene Gruppe bringt aus irgendeinem Seitenzweig eine ungeheuerliche Fülle von Formen und Arten hervor (z. B. Ictidosauria-Mammalia) ein dünnes Zweiglein trägt zahlreiche dicke Stämme! Es gab nicht im Silur oder Devon einen gewaltigen Wirbeltierstamm, aus dem die Tetrapoden hervorgingen. Es gibt nicht im jüngeren Paläozoikum oder älteren Mesozoikum einen gewaltigen Stamm, der die höheren Tetrapoden hervorgebracht hätte. Den dicken Hauptstämmen vieler Schemata entspricht meist keinerlei Wirklichkeit in der Natur, es sei denn, daß wir die phylogenetische Bedeutung irgendeiner Stammeslinie durch „Dicke" zum Ausdruck bringen wollen. Das wäre aber keineswegs zu empfehlen.

Weder dürfen aus den anschaulichen graphischen Darstellungen irrtümlich Prinzipien der Systematik abgeleitet werden, noch darf man sich verleiten lassen, den Terminus des Begriffes Stammbaum zur anschaulichen Grundlage unserer phylogenetischen Schemata zu machen: ein Stammbaum braucht keinen „Baumstamm" zu haben.

Letzteres ist manchmal als mißlich empfunden worden, man glaubte daher eine große Erkenntnis auszusprechen, wenn man den „Stammbaum" durch einen „Stammstrauch" oder gar „Stammrasen" ersetzt. Im tiefen Schnee mögen die Zweigspitzen eines niederen Strauches von weitem auch mal wie ein „Rasen" aussehen, ja wir können uns sogar einen so tiefen Schnee vorstellen, aus dem die Endzweige eines großen Baumes ebenfalls nur wie Rasen herausragen. Nun, der Schnee in unserem Bilde läßt sich mit den geologischen Schichten vergleichen, die uns so oft die „Stämme" und „Wurzeln" verhüllen, so daß wir meistens nur „Sträucher" und „Rasen" sehen. Die Stämme und Wurzeln sind schon vorhanden, nur sind sie nicht auffallend durch Größe und Dicke wie bei wirklichen Bäumen, sondern sie sind oft nur ganz dünne Linien.

Unsere Anschauungen müssen wir von der Wirklichkeit der Stammesgeschichte herleiten, und diesen Erkenntnissen müssen wir unsere graphischen Darstellungen der „Stammbäume" angleichen. Daß diese „Stammbäume" keine Pflanzen sind und deshalb auch nicht wie solche auszusehen brauchen, wissen wir von jeher.

Kehren wir von dieser erläuternden Abschweifung zum System SÄVE-SÖDERBERGHS zurück. Dieses System erscheint mir in seiner gegenwärtigen Gestalt nicht geeignet, ein ganz richtiges Bild von der stammesgeschichtlichen Wirklichkeit des Systems zu geben. Dennoch hat es einen großen Wert und stellt eine sehr beachtliche Leistung dar. Es zeigt die Schwäche des alten Systems, besonders seiner Klasse der Fische, und es bringt das „Stammbaumkundliche" mit großer Klarheit zum Ausdruck. Es hebt besonders die Verwandtschaft der Crossopterygier und Stegocephalen hervor. Es zwingt zur erneuten Revision des Systems der Amphibien und der niederen Reptilien. Es begnügt sich nicht mit einer übersichtlichen Anordnung, sondern es ist durch und durch auf Phylogenie begründet. Nur durch die irrtümliche Überbewertung der „Rangordnung" der Abzweigungen und die nicht genügende Berücksichtigung des morphologischen Grades einer Änderung kommt es zu den von allen üblichen abweichenden Grenzziehungen und Einteilungen, die mit den rein formallogischen Prinzipien der Kategorienanordnung sofort in Konflikt geraten (z. B. Klasse der Säugetiere trotz zahlreicher Ordnungen nur als „Ordnung" gewertet).

Die Systeme der niederen Wirbeltiere, wie sie z. B. ROMER (1933, 1937), STENSIÖ (1931, 1936), WATSON (1937) und andere Autoren in den letzten Jahren gaben, sind durchaus ausbaufähig, obwohl sie sich gar nicht mehr mit dem alten System der Zoologen decken. Ihre Aufstellung ist nicht Voreiligkeit, wie manche voreilig urteilenden Autoren geglaubt haben, sondern Zeichen der stürmischen Entwicklung eines Zweiges der Paläontologie, in der Leben und Forschungsfreudigkeit herrscht. Die Irrtümer der neuen Systeme sind kaum größer als die, die im Festhalten an überalterten Systemen liegen. Für den nicht unmittelbar in dieser Forschung mitarbeitenden Paläontologen mag der rasche Wechsel in den Systemen und in der Beurteilung der niederen Wirbeltiere unangenehm sein, aber er muß wissen, daß dieser rasche Wechsel

nicht die Folge einer heftigen Diskussion altbekannter Tatsachen ist, sondern der Ausdruck einer stürmischen Abfolge neuer Entdeckungen.

Literatur.

F. Broili, Sitzgsber. bayer. Akad. Wiss., Math.-physik. Kl. 1933. — E. S. Goodrich, Brit. Assoc. Report. 1907. — W. Gross, Palaeontol. Z. 15 (1933). — E. Haeckel, Systemat. Phylogenie. III. Wirbeltiere. Berlin 1895. — A. Heintz, Bashford Dean Memor. Vol. Archaic Fishes. Art. IV. New York 1932. — W. Herre, Zoologica 33, H. 87 (1935). — N. Holmgren, Acta zool. (Stockh.) 14 (1933). — F. v. Huene, Palaeontol. Z. 18 (1936). — A. S. Romer, Vertebrate Palaeontology. Chicago 1933 — Bull. Mus. Comp. Zoology 82, Nr 1 (1937). — G. Säve-Söderbergh, Ark. Zool. 26 A (1934) Stockholm — Medd. om Grønland 98, Nr 3 (1935). — E. Stensiö, Field Mus. Nat. Hist. Geol. Ser., 4, Nr 4 (1925) — Skrift. om Svalbard og. Nordishavet. 12 (1927) — Medd. om Grønland 86 (1931) — Kgl. Svensk. Vetenskapsak. Handl. (3) 13, Nr 5 (1934) — Medd. om Grønland 97, Nr 2 (1936). — S. Tschulok, Deszendenzlehre. Jena 1922. — J. Uexküll, Theoretische Biologie. Berlin 1920. — D. M. S. Watson, Phil. Trans. roy. Soc. Lond. (B) 228 (1937). — E. I. White, Phil. Trans. roy. Soc. Lond. (B) 225 (1935).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Über die ausgedehnten Schauer der kosmischen Strahlung in der Luft.

Schmeiser und Bothe[1], Auger, Maze und Grivet-Meyer[2], Janossy und Lovell[3], Kolhörster, Matthes und Weber[4], Auger, Maze, Ehrenfest und Freon[5] haben Koinzidenzen zwischen unbedeckten, weit getrennten Zählrohren gemessen und die Beobachtungen übereinstimmend dahin gedeutet, daß die kosmischen Strahlen in der Luft ausgedehnte Schauer erzeugen, die auch Zählrohre in großen Abständen gleichzeitig zum Ansprechen bringen können.

In einer demnächst erscheinenden Arbeit werden die Luftschauer nach dem Vorschlag von Janossy[3] und Auger[5] vom Standpunkt der Kaskadentheorie[6] quantitativ diskutiert. Dabei zeigt sich, daß die wesentliche Ursache für die seitliche Ausdehnung und die Winkeldivergenz eines Kaskadenschauers in der elastischen Streuung[7] seiner Elektronen liegt, welche die Streuung durch Paarbildung, Bremsstrahlung und Comptoneffekt um mindestens eine Größenordnung übertrifft. Auf Grund der elastischen Streuung erhält man für den Halbwertwinkel Θ_h und die Halbwertbreite r_h eines Kaskadenschauers in der Nähe seines Maximums

	Fe	Al	H_2O	Normal-Luft	(1)
$\Theta_h =$	0,30	0,15	0,084	0,084	(in Bogenmaß)
	17°	8,6°	4,8°	4,8°	(in Grad)
$r_h =$	0,3 cm	0,8 cm	1,9 cm	14 m	

Als „Halbwertwinkel" ist dabei der Winkel bezeichnet, dessen Kegel um die Richtung des schauererzeugenden Teilchens oder die „Achse" des Schauers die Hälfte aller ionisierenden Schauerstrahlen enthält, und als „Halbwertbreite" der Radius des Zylinders um die Schauerachse, der die Hälfte der Schauerteilchen umfaßt*.

Es ist daher zu erwarten, daß jedes Elektron aus dem Weltenraum, welches die Atmosphäre trifft, darin eine Schauersäule von einigen Metern Halbwertbreite (in Meereshöhe 14 m, auf dem Pic du Midi 20 m) auslöst. Die meisten dieser Schauer werden in der oberen Atmosphäre steckenbleiben. Wenn aber einmal ein ganz energiereiches Weltraumelektron die Atmosphäre trifft, so kann es eine Elektronensäule durch die ganze Atmosphäre hindurchschicken, welche in Meereshöhe als großer Luftschauer beobachtet wird.

Die Behauptung, daß die seitliche Ausdehnung des Schauers von der Energie des schauerauslösenden Teilchens und von der Teilchenzahl im Schauer unabhängig ist, sobald der Schauer voll entwickelt ist, ist eine Folge der Tatsache, daß sich jeweils die energiearmen Teilchen in der äußeren Hälfte des Schauers befinden und die energiereichen Teilchen sich in der Mitte des Schauers konzentrieren. Wenn dann der Schauer eine weitere Schicht durchläuft, so werden die energiearmen äußeren Teilchen durch Ionisation absorbiert und es treten neue energiearme Elektronen durch Teilung aus der Mitte hervor, welche das Äußere des Schauers wieder auffüllen. So stellt sich eine von der Schauergröße unabhängige Schauerbreite ein.

Die Dichteverteilung im Schauer kann in der Nähe des Maximums annähernd durch

$$\varrho(r) = \frac{e^{-\frac{0{,}69}{r_h} r}}{r}, \tag{2}$$

$$\varrho(\Theta) = \frac{e^{-\frac{0{,}69}{\Theta_h} \Theta}}{\Theta}. \tag{3}$$

beschrieben werden, worin $\varrho(r)$ die relative Zahl der Strahlen pro Flächeneinheit, $\varrho(\Theta)$ die Zahl der Strahlen pro Raumwinkel), r den Abstand von der Schauermitte (Θ den Winkel gegen die Schauerachse), $r_h(\Theta_h)$ die Konstante aus (1) bezeichnet.

Aus (2) kann die relative Koinzidenzhäufigkeit zweier Zählrohre als Funktion ihres Abstandes Δ berechnet werden,

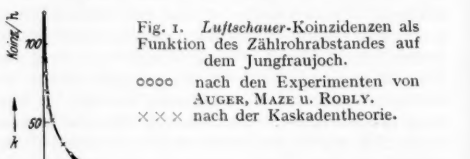

Fig. 1. *Luftschauer*-Koinzidenzen als Funktion des Zählrohrabstandes auf dem Jungfraujoch.
○○○○ nach den Experimenten von Auger, Maze u. Robly.
× × × nach der Kaskadentheorie.

welche in der nebenstehenden Figur mit den Messungen von Auger, Maze und Robly[1] auf dem Jungfraujoch verglichen wird. Man erkennt, daß die Kaskadentheorie der Elektronen die relative Koinzidenzhäufigkeit für Zählrohrabstände von weniger als 25 m befriedigend darstellen kann, während sie bei mehr als 75 m Zählrohrabstand deutlich weniger Koinzidenzen liefert als die Erfahrung. Dies ist ein Argument für die von Auger und seinen Mitarbeitern[2] ausgesprochene Ansicht, nach der die Luftschauer in ihrem Innern aus Kaskaden-Elektronen bestehen, in ihrem Äußeren aber durchdringende Teilchen mit sich führen, die wegen ihrer

[1] K. Schmeiser u. W. Bothe, Ann. Physik 32, 161 (1938).
[2] P. Auger, R. Maze u. T. Grivet-Meyer, C. r. Acad. Sci. Paris 207, 228 (1938; 206, 1721 (1938).
[3] L. Janossy u. B. C. Lovell, Nature (Lond.) 142, 716 (1938).
[4] W. Kolhörster, J. Matthes u. E. Weber, Naturwiss. 26, 576 (1938).
[5] P. Auger, M. Maze, P. Ehrenfest, A. Fréon, J. Physique et Radium 10, 39 (1939).
[6] H. J. Bhabha u. W. Heitler, Proc. roy. Soc. Lond. A 159, 432 (1937). — Carlson u. Oppenheimer, Physic. Rev. 51, 220 (1937). — N. Arley, Proc. roy. Soc. Lond. A 168, 519 (1938).
[7] Williams, Proc. roy. Soc. Lond. A 168, 519 (1938).
* Allgemein wird für kleine Streuwinkel $\Theta_h = 0{,}0117\, Z$, $r_h = 0{,}51\, \Theta_h\, x_1$. ($Z$ = Atomnummer, $x_1 = 330$ m Luft, 1,8 cm Fe die von Carlson und Oppenheimer[6] eingeführte Längeneinheit).

[1] P. Auger, R. Maze u. Robly, C. r. Acad. Sci. Paris 208, 1641 (1939).
[2] Siehe Fußnote 5 auf nebenstehender Spalte.

geringeren Bremsung eine größere Ausdehnung erreichen können als die Elektronen.

Aus dem Unterschied der beiden Kurven Fig. 1 erhält man durch Integration einen Betrag von 50% für die gesamte Beimengung von durchdringenden Teilchen zur Luftkaskade. Unter der Annahme, daß der durchdringende Anteil des Luftschauers eine 5—10mal so weite Ausdehnung hat als der Kaskadenanteil, folgt daraus eine Beimengung durchdringender Teilchen von 2—$^1/_2$% im Inneren des Schauers $r < 20$ m. Diese geringe Zahl harter Teilchen im Schauerinnern ist verträglich mit der Beobachtung von JANOSSY[1], der keine Spuren von der Art der Mesotronen neben den kaskadenbildenden Elektronenspuren in WILSON-Aufnahmen des Schauerinnern fand. Der hohe Bruchteil von etwa 15—25% schwer absorbierbarer Koinzidenzen, welcher von AUGER[3] und KOLHÖRSTER[3] noch hinter 10 cm Pb beobachtet wurde, wird wahrscheinlich (vgl. JANOSSY[1] und AUGER[4]) meistens vom Schauerkern ausgelöst, in dem die Elektronen durch ihre große Dichte, welche viele Strahlen pro Zählrohrfläche enthalten kann, eine vergrößerte Wahrscheinlichkeit haben, das Zählrohr auch durch Pb hindurch zum Ansprechen zu bringen. Aus der Beimengung von 50% Mesotronen zur Luftkaskade kann geschlossen werden, daß die Erzeugung von harter Strahlung durch weiche Strahlung mit einem Wirkungsquerschnitt $\sim 2.10^{-26}$ cm^2 — pro Kernbestandteil erfolgt.

Es zeigt sich, daß die Luftschauer auch den Nulleffekt der HOFFMANNschen Stöße und in ihrer Multiplikation einen gewissen Teil der HOFFMANNschen Stöße bei dünner Schicht erklären können. Die HOFFMANNschen Stöße bei mittleren und dicken Schichten leichter Materialien (>15 cm Fe, > 20 cm Al) können jedoch nicht auf Grund der Multiplikationen von Luftschauern, Luftelektronen oder BHABHAschen Ionisationselektronen verstanden werden, weil sie im leichten Material intensiver sind als im schweren; diese Stöße bilden daher auch weiterhin ein Argument für die Existenz explosionsartiger Schauer.

Herrn Professor Dr. HEISENBERG möchten wir für mehrere hilfreiche Diskussionen herzlich danken.

Leipzig, Institut für theoretische Physik, den 3. Juni 1939.

H. EULER. H. WERGELAND.

Zur Leistungsfähigkeit des Elektronen-Schattenmikroskopes und über ein Röntgenstrahlen-Schattenmikroskop.

Das Schattenmikroskop[5] stellt eine weitere Anwendung der vom Verfasser[6] angegebenen *Elektronensonde submikroskopischer Feinheit* dar, die hier die Rolle einer nahezu punktförmigen Elektronenquelle übernimmt (vgl. Fig. 1). Im Zusammenhang mit experimentellen Arbeiten am Rastermikroskop hat der Verfasser bereits im Frühjahr 1938 Versuche mit dem Schattenmikroskopprinzip durchgeführt und die Leistungsfähigkeit des Prinzipes geprüft (schriftliche Mitteilung vom 7. VI. 1938 an die Herren B. VON BORRIES und E. RUSKA). Bei dem Schattenbildprinzip fällt die Notwendigkeit einer Rasterung und einer Scharfstellung fort. An die Stelle der letzteren tritt die Einstellung der Sondenspitze auf einen bestimmten Abstand zum Objekt. Bei gleichen Voraussetzungen (Anodenspannung, Strahlerzeugungssystem, Auflösungsvermögen der Photoschicht usw.) sind die Auflösungs- und Intensitätsgrenzen beim Schattenmikroskop etwa die gleichen wie beim Rastermikroskop mit photographischer Registrierung. Ebenso wie beim Rastermikroskop ist das Auflösungsvermögen etwa gleich der Sondenschärfe, und die Sondeneinstellung während einer langen Belichtungszeit mit hoher Genauigkeit innezuhalten. Von einer Veröffentlichung des Elektronen-Schattenmikroskop-Prinzips wurde abgesehen, weil im Gegensatz zum Rastermikroskop (infolge der Verteilung der geringen Sondenintensität auf die ganze Bildfläche) eine Kontrolle der eingestellten Objektzone aus Fluorescenzschirmbeobachtungen bei höherem Auflösungsvermögen nicht mehr gelingt, und ferner das Prinzip nicht zur Aufsichtbeobachtung von Objekten herangezogen werden kann.

Ein anderes ebenfalls mit Elektronensonde und kurzwelliger Strahlung arbeitendes Prinzip zur Schattenbildgewinnung von mikroskopischen Objekten kommt bei dem

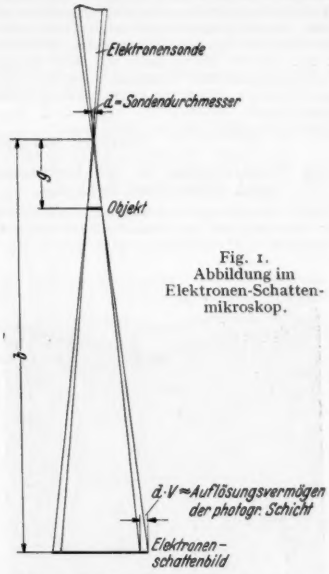

Fig. 1. Abbildung im Elektronen-Schattenmikroskop.

Röntgenstrahlungs-Schattenmikroskop nach Fig. 2 zur Anwendung. Hier werden in den Teilen des Strahlungsganges, wo eine Strahlenbrechung notwendig ist, Elektronenstrahlen und in den Bereichen, wo eine geradlinige Fortpflanzung erwünscht ist (in der Objektschicht), Röntgenstrahlen benutzt. Während bei allen Elektronenmikroskopen der Untersuchung

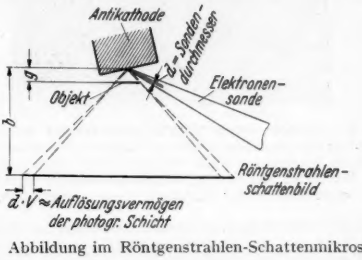

Fig. 2. Abbildung im Röntgenstrahlen-Schattenmikroskop.

innerer Objektschichten dickerer Objekte durch den Vorgang der räumlichen Elektronenstreuung enge Grenzen gezogen sind[1], ist bei dem Röntgenschattenmikroskop das *Auflösungsvermögen unabhängig von der Objektschichtdicke*. Diese Tatsache ist von grundsätzlicher Bedeutung. Sie rechtfertigt die Inkaufnahme der oben angedeuteten Nachteile der Schattenbilderzeugung mit Hilfe der Elektronensonde und der besonders geringen Intensität der abbildenden Strahlung infolge des mäßigen Wirkungsgrades bei der Umsetzung der Sondenenergie in Röntgenstrahlung und infolge der un-

[1] Siehe Fußnote 3 auf Seite 484, linke Spalte.
[2] Siehe Fußnote 2 auf Seite 484, linke Spalte.
[3] Siehe Fußnote 4 auf Seite 484, linke Spalte.
[4] Siehe Fußnote 1 auf Seite 484, rechte Spalte.
[5] H. BOERSCH, Naturwiss. **27**, H. 23/24, 418 (1939).
[6] M. VON ARDENNE, Das Elektronenrastermikroskop. Theoretische Grundlagen. Z. Physik **109**, H. 9—10, 553 (1938).

[1] Vgl. M. VON ARDENNE, Die Grenzen des Auflösungsvermögens des Elektronenmikroskopes. Z. Physik **108**, H. 5/6, 338 (1938).

gerichteten Ausbreitung der Röntgenstrahlung. Eine die Auflösung vermindernde räumliche Elektronenstreuung findet hier nur in der Oberflächenschicht der Antikathode statt. Durch Anwendung von Voltgeschwindigkeiten der Größenordnung nur 10 kV, die auch für die Kontrasterzeugung bei Objektschichten kleiner Massendicke vorteilhaft sind, läßt sich der Einfluß dieser Streuung klein halten. Eine besonders einfache Anordnung für Objektbeobachtung an Luft ist dann gegeben, wenn als Antikathode eine dünne Folie von kleinem Durchmesser benutzt wird, die zugleich den Abschluß des Vakuumraumes bildet. Elektronensonde, Objekt und Endbild liegen dann auf einer durchgehenden Achse. Einzelheiten und Ergebnisse werden im Rahmen einer ausführlichen Arbeit an anderer Stelle zur Veröffentlichung gelangen.

Berlin-Lichterfelde, den 24. Juni 1939.

MANFRED VON ARDENNE.

Über den Primärvorgang bei der Erythemerzeugung durch ultraviolette Strahlung.

Bei der histologischen Untersuchung des Einflusses ultravioletter Strahlung auf die menschliche Haut konnte festgestellt werden, daß bei Strahlung unter 315 mμ das Chroma-

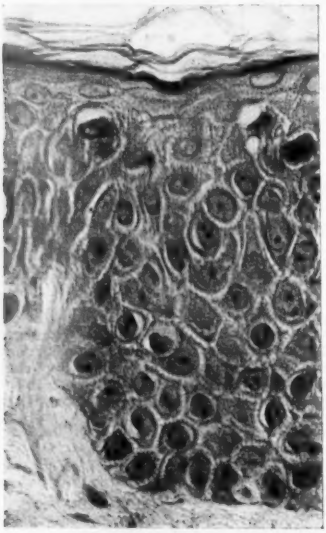

Fig. 1. Schnitt durch ultraviolettbestrahlte menschliche Haut. In den obersten Schichten ist das Chromatin der Zellkerne als Zeichen des Nukleinsäureabbaues nicht mehr färbbar. Die nicht aus Nukleinsäure bestehenden Kernkörperchen sind in der Färbbarkeit nicht verändert.

tin in den oberflächlich gelegenen Zellkernen der Epidermis nicht mehr mit Kernfarbstoffen anfärbbar war. Mit Hilfe der FEULGENschen Nuklealreaktion ließ sich diese Veränderung auf einen Abbau der Nukleinsäure durch die UV.-Strahlung zurückführen[1] (s. Fig. 1).

Dieses Ergebnis weist darauf hin, daß der Ort des Bestrahlungsangriffes bei der Erzeugung eines Erythems in der Nukleinsäure der Zellkerne zu suchen ist. Betrachtet man unter diesem Gesichtspunkt die Absorptionskurve der Nukleinsäure (CASPERSSON) und überlagert ihr die Durchlässigkeitskurve der als Filter wirkenden menschlichen Hornschicht, so erhält man eine Kurve, die der bekannten Erythemwirkungskurve von HAUSSER und VAHLE sehr ähnlich ist (s. Fig. 2).

Auch die verschieden steile Gradation des Erythems bei den verschiedenen Wellenlängen läßt sich durch die Annahme des photochemischen Primärprozesses an der Nukleinsäure der Kerne erklären: Je tiefer die Strahlung eindringt, desto mehr Kerne können bei gleichem Dosiszuwachs von der Strahlung erreicht werden, desto größer ist die Menge der zerstörten Nukleinsäure und desto stärker die makroskopische Reaktion. Dieser Gedankengang läßt sich auch rechnerisch unter Zugrundelegung von Absorptionskurven für verschiedene Nukleinsäureschichtdicken unterstützen.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Erythemwirkungskurve bisher nur mit den Linien des Quecksilbers bestimmt wurde und daher die Lage der Maxima und Minima der Kurve nicht genau bekannt ist. Wir stellten daher Versuche mit dem kontinuierlichen Spektrum der Wasserstoffentladung (Wasserstoffrohr + Monochromator) an und fanden, daß das erste Maximum bei etwa 295 mμ, das zweite bei etwa 260 mμ und das Minimum bei etwa 275 mμ liegt. Bei einer Person mit besonders dünner Hornschicht zeigte sich noch ein schwaches drittes Maximum bei etwa 230 mμ, das sich auch bei der oben durchgeführten Berechnung (Fig. 2) unter Zugrundelegung einer dünnen Hornschicht durch das Wiederansteigen der Nukleinsäureabsorptionskurve ergibt.

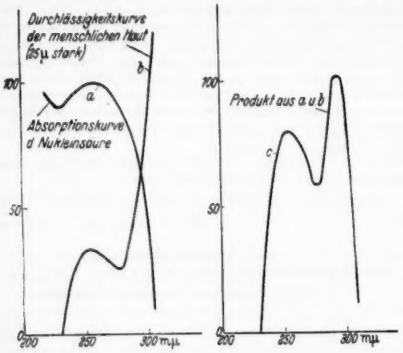

Fig. 2. Absorptionskurve der Nukleinsäure (a), Durchlässigkeitskurve der Hornschicht (b) und die durch Überlagerung von beiden sich ergebende Kurve (c), die der Erythemwirkungskurve von HAUSSER und VAHLE sehr ähnlich ist.

Diese Ergebnisse unterstützen die Annahme des Nukleinsäureabbaues bei der Erzeugung des Erythems[1]. Der Abbau der Nukleinsäure muß nicht zum Zelltod führen, sondern vielleicht nur zur Verhinderung der Zellteilung, worauf Versuche (eigene, FALKENTHAL, LUTHER) hinweisen.

Neben dem Nukleinsäureabbau spielt das Entstehen von Histamin für die Entzündung sicherlich eine bemerkenswerte Rolle, die nach unseren neueren Versuchen aber eine Sekundärreaktion ist.

Berlin, Pathologisches Institut der Charité und Institut für Strahlenforschung der Universität, den 26. Juni 1939.

H. HAMPERL. U. HENSCHKE. R. SCHULZE.

Zur Isolierung der Glutaminsäure aus Tumorproteinen.

Während wir[2] bei der Aufarbeitung der Eiweißfraktionen aus Tumoren bisher ausnahmslos partiell racemische Glutaminsäure isolieren konnten, erfuhren wir in der letzten Zeit,

[1] Bei der direkten Pigmentierung durch Strahlung über 315 mμ wurde diese Erscheinung nie angetroffen; durch diesen Befund wie auch durch weitere charakteristische Verschiedenheiten im histologischen Bild konnte auch mikroskopisch der Nachweis der Verschiedenheit von Erythem mit nachfolgender Pigmentierung und der direkten Pigmentierung erbracht werden (s. H. HAMPERL, U. HENSCHKE u. R. SCHULZE, Virchows Arch., im Druck).

[1] Für den Abbau der Nukleinsäure als Primäreffekt der Strahlenwirkung auch für andere photobiologische Effekte sprechen das Parallelgehen der Bakterientötungskurve (NÖTHLING und EHRISMANN) mit der Nukleinsäureabsorptionskurve und die Ergebnisse von KNAPP, REUSS, RISSE und SCHREIBER [Naturwiss. 27, 304 (1939)], auch von JORDAN wurden in diese Richtung weisende Gedanken geäußert.

[2] Hoppe-Seylers Z. 258, 57 (1939); sowie Klin. Wschr. 18, 801 (1939).

daß die Bestätigung dieses Befundes in 2 Laboratorien nicht erbracht werden konnte. Die Herren A. C. CHIBNALL, London, und S. GRAFF, New York, hatten die große Freundlichkeit, uns die Manuskripte ihrer diesbezüglichen Arbeiten zu übersenden, die in „Nature" bzw. im J. of biol. Chem. erscheinen. In beiden Laboratorien wurde bei der Analyse von Tumoren in 4 bzw. 6 Fällen optisch reine l(+)-Glutaminsäure isoliert. Da mit der Möglichkeit zu rechnen ist, daß noch weitere derartige Mitteilungen erscheinen, sehen wir uns veranlaßt, auch an dieser Stelle über unsere einschlägigen Erfahrungen kurz zu berichten.

1. Im Gegensatz zu der von uns angewandten Isolierungsweise haben die genannten Autoren zunächst die Aminodicarbonsäuren als Ca- bzw. Ba-Salze in alkoholischer Lösung ausgefällt. Wir haben an den reinen Stoffen festgestellt, daß das Calcium-dl-glutaminat in 90proz. Alkohol 10mal so löslich und das dl-Glutaminsäure-hydrochlorid (in 20proz. sowie in bei 0° gesättigter Salzsäure) doppelt so löslich ist wie die entsprechenden l-Verbindungen. Diese Unterschiede können bei Rohextrakten durch den enormen Einfluß der Begleitstoffe auf die Löslichkeit eine ausschlaggebende Bedeutung erlangen.

2. Bei der Fraktionierung eines reinen Gemisches von 75,5 % l- und 24,5 % d-Glutaminsäure nach der von CHIBNALL angewandten Methode erhielten wir reine l-Glutaminsäure ($[\alpha]_D = +31{,}4°$) in einer Ausbeute von 66 % der eingesetzten l-Form. Der Einfluß der Begleitstoffe ergibt sich aus folgendem Versuch mit dem Hydrolysat von getrockneten Kalbsembryonen, aus denen wir früher nach der von uns angewandten Methode optisch reine l-Glutaminsäure isoliert hatten: 600 mg dl-Glutaminsäure wurden zu dem Hydrolysat von 20 g Embryonalgewebe gegeben und über die Ca-Salze aufgearbeitet. Wir erhielten 1,16 g reines l-Glutaminsäurehydrochlorid ($[\alpha]_D = +31{,}2°$). In einem zweiten Versuch wurden 7,8 g einer in der früher beschriebenen Weise dargestellten Alkoholfällung aus dem gleichen Embryonalgewebe mit 700 mg dl-Glutaminsäure versetzt. Die analoge Fraktionierung ergab 506 mg reines l-Glutaminsäurehydrochlorid ($[\alpha]_D = +31{,}4°$).

3. Da der Einwand gemacht werden konnte, daß die Depressionen der spezifischen Drehung bei den von uns aus Tumoren isolierten Präparaten von Glutaminsäure durch analytisch nicht nachweisbare Verunreinigungen mit entgegengesetzter Drehung verursacht sein konnten, haben wir versucht, die d-Glutaminsäure als solche zu isolieren. Eine Spaltung der partiell racemischen Glutaminsäure auf chemischem Wege[1] kam nicht in Betracht, da bei der Benzoylierung mit einer partiellen Racemisierung zu rechnen ist. Wir haben deshalb eine partiell racemische Glutaminsäure aus Brown-Pearce-Tumoren ($[\alpha]_D = +3{,}5°$) nach der Methode von F. EHRLICH[2] mit gärender Hefe behandelt und konnten auf diese Weise in der Tat reine d(—)-Glutaminsäure ($[\alpha]_D = -31{,}2°$) isolieren.

Als Folgerung ergibt sich, daß die Methode der britischen Autoren trotz sehr guter Ausbeute bei der Isolierung der *natürlichen* Glutaminsäure in der vorliegenden Form nicht geeignet erscheint zur Auffindung *partiell racemischer* Glutaminsäure. Ähnlich dürften die Verhältnisse bei den von S. GRAFF beschriebenen Versuchen liegen. Es bestehen bei der Isolierung der Glutaminsäure aus Tumorproteinen alle Voraussetzungen, um die dl-Form „herauszureinigen"; die Aufgabe besteht demnach gerade darin, sie trotz ihrer größeren Löslichkeit mit in die chemisch reinen Kristallisate zu bringen. Für die Isolierung ist es unbedingt erforderlich, mit möglichst wenig Verlust umzukristallisieren. Da nach unseren Erfahrungen auch reines dl-Glutaminsäure-hydrochlorid offensichtlich schlechter und langsamer kristallisiert als die reinen Antipoden, ist es empfehlenswert, nach der Sättigung mit Chlorwasserstoff mit Kristallen der l- und der dl-Form zu impfen.

Utrecht (Holland), Organisch-Chemisches Laboratorium der Rijksuniversiteit, den 1. Juli 1939.

F. KÖGL. H. ERXLEBEN.

[1] E. FISCHER, Ber. Dtsch. Chem. Ges. **32**, 2464 (1899).
[2] Biochem. Z. **63**, 379 (1914).

Isolierung des leichten Chlorisotops mit dem Atomgewicht 34,979 im Trennrohr.

Im Februar dieses Jahres konnten wir die Mitteilung machen, daß uns die Darstellung des schweren Chlorisotops ^{37}Cl in einer Reinheit von 99,4 % gelungen war[1]. Wir stellten damals die Abtrennung des leichten Chlorisotops ^{35}Cl in Aussicht. Da das genaue Atomgewicht des ^{35}Cl 34,971 ist, durften wir hoffen, den runden Atomgewichtswert 35 eben unterschreiten zu können. Die Gewinnung einer solchen Chlorprobe haben wir jetzt in einem 20 m langen Trennrohr erreicht.

Der Fortgang der Trennung wurde durch Gasdichtemessungen verfolgt und durch chemische Atomgewichtsbestimmungen bestätigt. Letztere wurden wiederum von Herrn Professor HÖNIGSCHMID und Frau Dr. HIRSCHBOLD-WITTNER im Münchner Atomgewichtslaboratorium durchgeführt, wofür wir unseren herzlichen Dank sagen. Die Endergebnisse sind folgende:

Tägliche Entnahme von HCl	Ag (Vakuum)	Ag Cl (Vakuum)	Cl-Atomgewicht
28 ccm	0,58001 g	0,76830 g	35,021
16 ccm	0,57969 g	0,76765 g	34,979

Es zeigt sich also, wie es auch theoretisch zu erwarten ist, daß die Reinheit um so größer wird, je geringer die täglich abgezapfte Menge ist. Die zweite Probe entspricht einem Gehalt von 99,6 % ^{35}Cl. Damit ist die seit mehr als 20 Jahren vergeblich versuchte Trennung der Chlorisotope Tatsache geworden.

Das Trennrohrverfahren, das ja inzwischen von verschiedenen Stellen aufgegriffen worden ist und sich auch in den Händen anderer Forscher bewährt hat, ist übrigens zahlreicher Varianten hinsichtlich der Versuchsanordnung und der Betriebsführung fähig, ohne daß dadurch der Grundgedanke geändert würde. In letzter Zeit haben wir uns insbesondere mit der Herstellung von Hochleistungsapparaturen zur Gewinnung seltener Isotope befaßt. Ferner haben wir Anordnungen entwickelt, die eine radikale Abkürzung der Einstellzeit bezwecken. Beide Ziele sind prinzipiell erreicht. Die fraglichen Fortschritte finden augenblicklich bei der Isolierung der O- und Br-Isotope Anwendung.

München, Physikalisch-Chemisches Institut der Universität, den 5. Juli 1939. K. CLUSIUS. G. DICKEL.

[1] Naturwiss. **27**, H. 9, 148 (1939).

Besprechungen.

MITTASCH, ALWIN, **Katalyse und Determinismus.** Ein Beitrag zur Philosophie der Chemie. Berlin: Julius Springer 1938. IX, 203 S. und 10 Abbild. 14 cm × 22 cm. Preis brosch. RM 9.60.

Dies Buch will zunächst die Katalyse als besondere Form der Kausalität in den Rahmen aller Kausalitätsformen einordnen. Im ersten Viertel gibt der Verf. eine gedrungene, inhaltsreiche, immer von treffenden Beispielen getragene Darstellung der Einordnung, Beziehungen, Formen der Katalsye. Ein- und Mehrstoffkatalysatoren, Beziehung zu Bewegungsvorgängen und Formbildungen, Reaktionszyklen, Rolle der Zwischenverbindungen, Phasen der Prozesse, Autokatalyse und vor allem Biokatalyse werden hier durchgenommen. In den weiteren Teilen geht der Verf. von den Fragen anorganischer Kausalität zu den Fragen biologischer und schließlich seelischer Kausalität und bis zu den Problemen der Teleologie, des Leib-Seele-Verhältnisses und der Willensfreiheit.

Grundlage der Untersuchung ist die Unterscheidung von Anstoß-, Auslösungskausalität einerseits und Erhaltungs-, Gleichbleibungskausalität andererseits. Die letztere ist durch das Gleichbleiben eines quantitativen Moments, wie Materie, Energie, Elektrizitätsmenge bestimmt, die erstere durch die Unabhängigkeit davon. Nicht übersehen wird, daß es sich hier um Denkkategorien handelt, und daß beide zusammen erst die Geschehnisse bestimmen. Referent würde es für eine noch weitergehende Vertiefung halten, wenn die Untersuchung auf die schon mathematische Notwendigkeit

einer Korrelation von Transformation und Invarianz in allen Funktionen, also auch in allen gesetzlichen Naturprozessen, ausgedehnt würde. Das kann auch für Nichtmathematiker durchsichtig dargestellt werden; ich erinnere an das Kapitel „Invarianz", in dem leider nicht ins Deutsche übersetzten trefflichen Buch von C. J. KEYSER: „Mathematical Philosophy". MITTASCH bestimmt Katalyse als stoffliche Anstoßkausalität, die von einer energetischen und einer mechanischen Anstoßkausalität unterschieden wird.

Das letzte Drittel des Buches ist den Problemen der geschlossenen Naturkausalität, der Kausalitätsrangordnung, der Teleologie, der Harmonie von Kausalität und Teleologie usw. gewidmet. Plan und Ziel, die dem Weltlauf immanent sind, werden als objektiv gültig angenommen, wenn es auch für die Wissenschaft genügen soll, „Telie als regulatives oder heuristisches Prinzip zu behandeln (KANT)". Eine rein auf menschliche Bedürfnisse zugeschnittene Teleologie ist für M. aber ein Irrweg; Zweck und Ziel kann einwandfrei nur im Leben und Leisten des Organismus und der Erhaltung seiner Art gelegen sein.

M. hat, wie in seinen früheren Büchern, nicht nur eine Fülle von Einzeltatsachen seines naturwissenschaftlichen Spezialgebietes Chemie herangezogen, sondern auch die ganze Naturphilosophie und Philosophie überhaupt. Ein Urteil über das erstere muß ich dem Chemiker überlassen; das zweite zeugt von umfassender Kenntnis, wenn man auch mitunter gern neben den Konvergenzen die Divergenzen mancher Autoren von der Auffassung M.s und der gegenwärtigen Wissenschaft mitberücksichtigt gesehen hätte.

W. BURKAMP, Königsberg i. Pr.

Manual of Pteridology. Edited by FR. VERDOORN. Foreword by F. O. BOWER. The Hague: Martinus Nijhoff 1938. XX, 640 S. und 121 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis 24.— Gld.

Seinem „Manual of Bryology" (1932) hat VERDOORN ein Handbuch der Pteridophytenkunde folgen lassen, welches ähnlich wie das Mooshandbuch aufgebaut ist und gleich diesem bisher im Schrifttum kein Vorbild hat. Bei einer so großen Zahl von Mitarbeitern (21) fällt ein Werk in seiner Darstellung meist recht ungleichmäßig aus. Diese Gefahr ist aber im vorliegenden Buch sehr gut gemeistert worden, so daß das Ganze ein einheitlicheres Gepräge trägt als das frühere Mooshandbuch mit seinen teilweise recht ungleichwertigen Abschnitten. Nach einem Vorwort von F. O. BOWER, worin die große Bedeutung der Archegoniaten für Morphologie und Stammesgeschichte der Pflanzen dargelegt wird, schildert J. C. SCHOUTE die „Morphologie" und „Anatomie" der Pteridophyten, fossile und rezente Formen zu einer kritischen Gesamtschau vereinigend. S. WILLIAMS gibt eine eingehende Darstellung der experimentellen Morphologie des Gametophyten und Sporophyten sowie einen Ausblick auf die weitere Entwicklung dieser Forschungsrichtung. M. GREGOR bespricht die wichtigsten Pilzkrankheiten, H. BURGEFF steuert einen aufschlußreichen Abschnitt über die verschiedenen Mykorrhizaformen bei, W. DOCTERS VAN LEEUWEN bietet eine kurze Übersicht über die Zoocecidien. L. R. ATKINSON behandelt die Cytologie, W. DÖPP die Karyologie, J. ANDERSSON-KOTTÖ die Genetik der Pteridophyten. Die Abschnitte „Cytologie" und „Karyologie" wären vielleicht besser von einem Autor allein bearbeitet worden; in ersterem sind Plasma und Plastiden der vegetativen Zellen zu kurz weggekommen. In den beiden physiologischen Kapiteln (Wachstum und Bewegung von H. G. DU BUY und E. L. NUERNBERGK, Chemie und Stoffwechsel von K. WETZEL) ist ein umfangreiches, weit verstreutes Tatsachenmaterial verarbeitet worden, so daß damit nicht nur dem Farnforscher, sondern auch dem Physiologen sehr gedient ist. Wie im „Manual of Bryology", so fehlt auch im vorliegenden Handbuch bedauerlicherweise die Physiologie der Wasserversorgung vollständig. Die Aufteilung der Ökologie in die der extratropischen (H. GAMS) und der tropischen Pteridophyten (R. E. HOLTTUM) hat den Vorteil, daß die beiden Verfasser weitgehend auf eigener Erfahrung fußen konnten. H. WINKLER gibt einen Abriß der floristischen Geographie der lebenden, M. HIRMER eine Übersicht über Geographie und zeitliche Verbreitung der fossilen Pteridophyten. In den Kapiteln, die der Systematik gewidmet sind, werden rezente und fossile Formen in gleicher Weise berücksichtigt (R. KRÄUSEL, Psilophytinae; J. WALTON und A. ALSTON, Lycopodiinae; M. HIRMER, Psilotinae, Articulatae, fossile Filicinae und Pteridophyta incertae sedis; C. CHRISTENSEN, rezente Filicinae). Den Beschluß des Buches bildet eine kritische Darstellung der Phylogenie von W. ZIMMERMANN. Viele Abschnitte sind gut mit Abbildungen ausgestattet, in anderen dagegen fehlen sie ganz oder sind nur in sehr geringer Zahl beigegeben (im Kapitel „Morphologie" 8, „Anatomie" 1, im ganzen systematischen Teil gar keine Abbildungen!).

Diese kurze Inhaltsübersicht gibt einen Einblick in die Vielseitigkeit des „Manual of Pteridology". Fast sämtliche Verfasser sind auf den von ihnen bearbeiteten Teilgebieten selbst als Forscher tätig. So ist ein wertvolles Werk entstanden, das ganz auf der Höhe der gegenwärtigen Forschung steht.

KARL MÄGDEFRAU, Erlangen.

MICHEEL, FRITZ, **Chemie der Zucker und Polysaccharide.** Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1939. XVI, 399 S. 15 cm × 23 cm. Preis brosch. RM 26.80, geb. RM. 28.40.

Das Buch wendet sich nicht nur an den Chemiker, sondern auch an die Vertreter anderer Gebiete der Naturwissenschaften, denen, unter der Voraussetzung allgemeiner chemischer Kenntnisse, ein umfassender Überblick über das Sondergebiet der Kohlehydrate vermittelt wird. Zunächst wird ausführlich auf die Umsetzungen und gegenseitigen Beziehungen der Monosaccharide eingegangen, kürzer auf die der Oligosaccharide und Polysaccharide, gestreift werden der Inosit und seine Verwandten. Nur 2 Druckbogen von insgesamt 25 sind dem fermentativen Abbau der Kohlehydrate gewidmet. Den Beschluß bilden Angaben über Vorkommen, Darstellung und technische Verwendung einzelner Kohlehydrate, Angaben, die man an dieser Stelle eigentlich nicht vermutet. Bedingt ist dies dadurch, daß das Buch wenigstens im ersten Teil bei den Zuckern die allgemeinen Reaktionen ganz in den Vordergrund rückt und Einzeleigenschaften und Derivate nur in Tabellenform bringt. Diese Tabellen sind sehr umfangreich, berücksichtigen wohl alle wichtigen Derivate und geben einen umfassenden Literaturnachweis, der noch dadurch für den praktischen Gebrauch glücklich ergänzt wird, daß ein besonderes Autorenverzeichnis angeschlossen ist. Drucktechnisch gelegentlich störend ist das Einschalten dieser teilweise recht langen Tabellen in den laufenden Text, so daß Abschnitte, ja gelegentlich sogar Sätze durch mehrere Seiten voneinander getrennt sind. Dadurch leidet die an sich flüssige Art der Darstellung. Insgesamt gibt das Buch einen ausgezeichneten Überblick über das umfangreiche Gebiet, erfüllt also den angestrebten Zweck. An der Art der Auswahl des Stoffes und der Schilderung der Umsetzungen erkennt man den Forscher, der selbst erfolgreich auf diesem Felde tätig ist.

PERCY BRIGL, Berlin.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Die NS-Volkswohlfahrt unterhält bereits 257 Jugenderholungsheime.

Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere

Herausgegeben von

Professor **J. E. W. Ihle** Amsterdam — Professor **P. N. van Kampen** Leiden

Professor **H. F. Nierstrasz** Utrecht — Professor **J. Versluys** Wien

Aus dem Holländischen übersetzt von G. Chr. Hirsch, Lektor in Utrecht

Mit 987 Abbildungen. VIII, 906 Seiten. 1927. RM 59.40; gebunden RM 61.56

Inhaltsübersicht:

Einleitung. Von Professor P. N. van Kampen, Leiden. — Das System. Von Professor H. F. Nierstrasz, Utrecht, und Professor J. Versluys, Wien. — I. Die Haut. Von Professor P. N. van Kampen, Leiden. — II. Das Skelet. Von Professor J. Versluys, Wien. — III. Das Muskelsystem. Von Professor J. Versluys, Wien. — IV. Die elektrischen Organe. Von Professor J. Versluys, Wien. — V. Das Nervensystem. Von Professor P. N. van Kampen, Leiden. — VI. Die Sinnesorgane. Von Professor P. N. van Kampen, Leiden. — VII. Die Leibeshöhle. Von Professor J. E. W. Ihle, Amsterdam. — VIII. Die Ernährungsorgane. Von Professor J. E. W. Ihle, Amsterdam. — IX. Die Atmungsorgane. Von Professor H. F. Nierstrasz, Utrecht. — X. Das Blutgefäßsystem. Von Professor H. F. Nierstrasz, Utrecht. — XI. Das Lymphgefäßsystem. Von Professor H. F. Nierstrasz, Utrecht. — XII. Die Urogenitalorgane. Von Professor J. E. W. Ihle, Amsterdam. — XIII. Die Nebennieren. Von Professor J. E. W. Ihle, Amsterdam. — Namenverzeichnis. — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Lehrbuch der Zoologie

Begründet von

C. Claus

Neubearbeitet von

Dr. **Karl Grobben** und Dr. **Alfred Kühn**

em. o. Professor der Zoologie an der Universität Wien

o. Professor der Zoologie an der Universität Göttingen

Zehnte, neubearbeitete Auflage des Lehrbuches von C. Claus

Mit 1164 Abbildungen. XII, 1123 Seiten. 1932

RM 48.—; gebunden RM 49.80

Aus den Besprechungen:

Die neue Auflage des geschätzten Lehrbuches läßt erkennen, wie sehr sich die zoologische Wissenschaft in neuerer Zeit geändert hat. Während früher die Morphologie maßgebend war, hat jetzt die Biologie mit ihren Beziehungen zur Physiologie zur Entwicklungslehre den Vorrang gewonnen. Das bedeutet einen großen Fortschritt und ist geeignet, den Kreis von Interessenten erheblich umfangreicher zu gestalten. Nicht nur der Spezialfachmann, sondern auch der Pädagoge, Arzt, Tierarzt, Landwirt und wer sonst noch durch seinen Beruf oder Bildungsdrang Neigung zur Beschäftigung mit der Zoologie besitzt, wird vom Studium des neuerschienenen Buches großen Gewinn haben. Wie anregend sind z. B. die Kapitel: Grundbedingungen des tierischen Lebens, Grundformen, Organe und ihre Leistungen, die Gewebe, Verhalten der Tiere, Fortpflanzung, Entwicklung, Beziehungen der Tiere zu ihrer Umwelt, geographische Verbreitung, Deszendenztheorie, abgehandelt. Auch die Systematik entbehrt nicht eines gewissen Reizes und einer vorbildlichen Bearbeitung. Aus allen Schilderungen ergeben sich Neuauffrischung und Bereicherung der Kenntnisse, besseres Verständnis für so manche biologischen Probleme und sicherlich auch Steigerung der Wertschätzung der zoologischen Wissenschaft. Besondere Unterstützung im Erreichen der genannten Effekte gewähren übrigens auch die so zahlreichen, ausgezeichnet reproduzierten, sehr instruktiven Abbildungen. Dem neuen Buch kann man gern die besten Empfehlungen mit auf den Weg geben, zumal auch die Ausstattung eine ganz vorzügliche ist und der Preis sich in angemessener Grenze hält. Autoren und Verlag haben der deutschen Wissenschaft mit der jetzigen Auflage wiederum einen großen Dienst erwiesen. *„Berliner Tierärztliche Wochenschrift"*

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5. DA. II. Vj. 3115. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.